

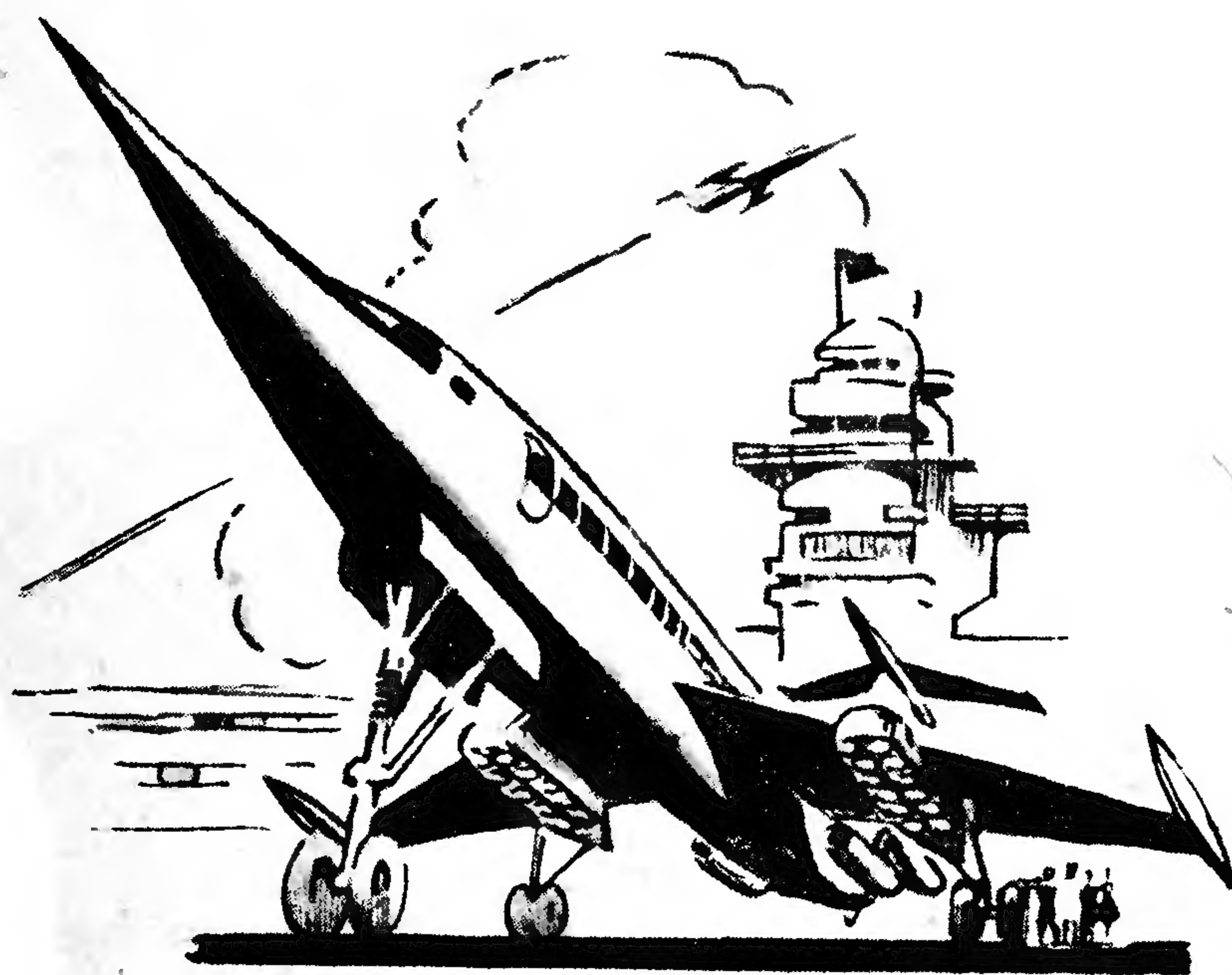
К.А. ГИЛЬЗИН
**В НЕБЕ
ЗАВТРАШНЕГО
ДНЯ**

Издательство "Детская литература"

ШКОЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

К.А.ГИЛЬЗИН

**В НЕБЕ
ЗАВТРАШНЕГО
ДНЯ**



РИСУНКИ К.АРЦЕУЛОВА



*Издательство "Детская литература"
Москва • 1964*

Издание второе, дополненное

Эта книга представляет собой живой, увлекательный рассказ об авиации, ракетной технике и космонавтике, их настоящем и будущем. Она вводит юного читателя в мир необычных летательных аппаратов атмосферной и заатмосферной авиации. Сегодня эти аппараты еще только рождаются в замыслах ученых и конструкторов, на чертежных досках и экспериментальных аэродромах, но именно им принадлежит будущее.

В 1959 году книга «В небе завтрашнего дня» удостоена второй премии на конкурсе Министерства просвещения РСФСР на лучшую книгу о науке и технике для детей.

Автор книги — ученый-специалист и талантливый популяризатор науки. Созданные им книги («Путешествие к далеким мирам» и др.) переизданы во многих странах мира.

Обложка Г. Алимова

ВСТУПЛЕНИЕ

Немногим более полувека прошло с тех пор, как в воздух поднялись первые смельчаки на громоздких и неуклюжих сооружениях из полотна и жердочек. Но сколько теперь нужно воображения, чтобы в этих «летающих этажерках» и «летающих гробах», с тарахтением поднимавшихся в небо над толпами изумленных людей, узнать прообразы современных самолетов, молниями пронизывающих небосвод!

Можно ли сегодня рассказать, какой будет авиация через десять, двадцать, пятьдесят лет? Сделать это, пожалуй, труднее, чем говорить о будущем любой другой отрасли техники. Ведь ни одна область техники не знает такого бурного прогресса, таких высоких темпов развития, как авиация.

Особенно это заметно с тех пор, как началась предсказанная Циолковским эра реактивной авиации. Все новые и новые самолеты поднимаются в воздух, все быстрее, выше и дальше летают они. Далеко позади остался казавшийся непреодолимым «звуковой барьер», и авиация вышла на просторы сверхзвуковых скоростей. Не за горами время, когда обычными станут скорости полета в две, три, четыре тысячи километров в час, а потом и еще больше...

Быстро растет не только скорость полета, но и его дальность и высота. Уже сейчас самолеты проникают в преддверие космоса, авиация теснит свою младшую сестру — астронавтику, всерьез претендуя на околоземное космическое пространство.

Авиационная и космическая техника завтрашнего дня рождается уже сегодня в лабораториях и кабинетах ученых, в светлых залах конструкторских бюро, на зеленой глади и бетонных полосах опытных

аэродромов, в ажурных переплетах пусковых башен космодромов. О ней, об этой технике, о будущем авиации и астронавтики, о замечательных реактивных двигателях, потому что именно они прокладывают путь в будущее, и рассказывается в нашей книге.

Конечно, не все будет так, как мы предполагаем. Невозможно предвидеть точные сроки и угадать детали. Могут быть — и наверняка будут — неожиданные повороты в развитии и авиации, и астронавтики. Впереди много неизведанных трудностей, да и кто предусмотрит еще не сделанные открытия! И все же наука позволяет с уверенностью заглянуть в будущее, хотя бы ближайшее, различить в нем основное, главное, потому что и сейчас, как много лет назад, пророчески справедливо изречение великого Жуковского: «Человек... полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума».

ДВИГАТЕЛИ ФАНТАСТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ

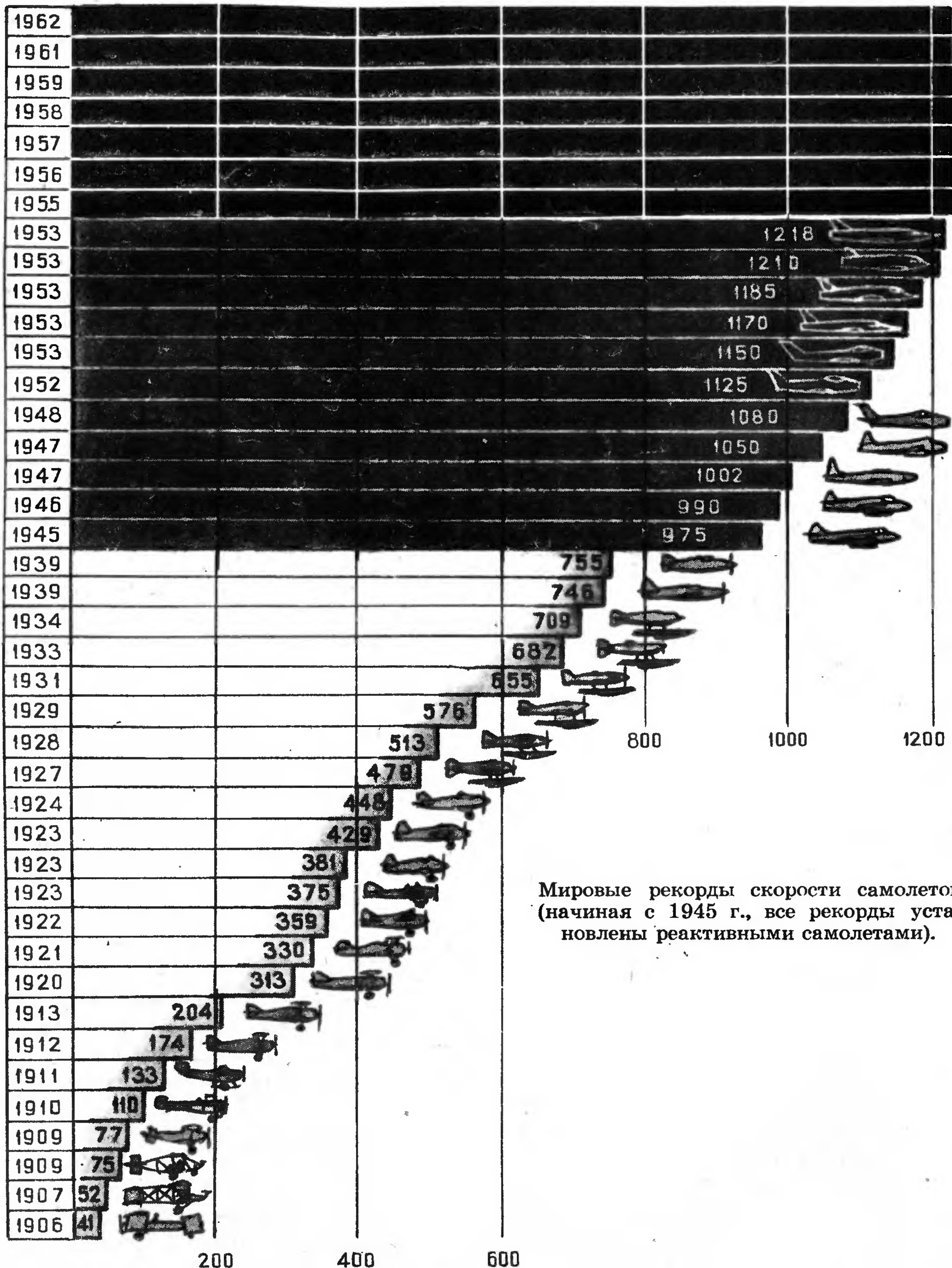
Глава I

НА ДАЛЬНИХ ПОДСТУПАХ

В этой главе рассказывается о последних успехах поршневых авиационных двигателей и закате их славы, о том, почему они не смогли преодолеть «звуковой барьер» и навсегда потеряли свое бывшее значение в авиации.

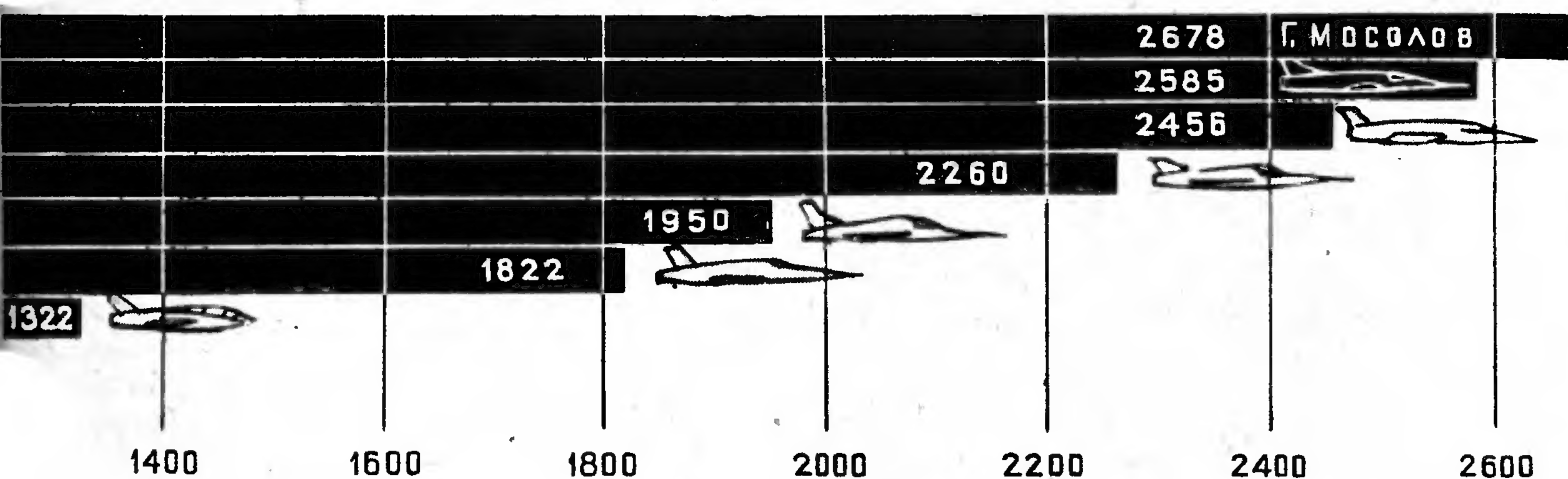
Это было в 1934 году. Все страны облетела сенсация — установлен новый абсолютный мировой рекорд скорости полета. Летчик Аджелло на итальянском гоночном гидроплане «Макки Кастольди» пролетел три километра с огромной, невиданной для того времени скоростью — 709 километров в час.

Нельзя было не залюбоваться грациозным гидропланом. Его узкое, стремительно вытянутое тело было высоко приподнято над ножевидными поплавками и напоминало гигантскую стрекозу, опустившуюся на гладь моря. Даже неспециалист видел, сколько инженерного искусства понадобилось для создания этого самолета: в нем не было ни одного грамма лишнего веса, ни одного кубического сантиметра лишнего объема. В изящном фюзеляже с совершенными аэродинамическими очертаниями конструктор скупой отмерил место для летчика — все остальное было занято двумя мощнейшими для того времени поршневыми двигателями, по 1600 лошадиных сил каждый. Они стояли друг за другом, и их объединенная мощность использовалась для вращения общего винта. Все было подчинено только одному — поставить рекорд во что бы то ни стало. Пусть на этом самолете потом нельзя будет летать, пусть перенапряженные двигатели выйдут из строя, лишь бы поставить рекорд!



Мировые рекорды скорости самолетов
(начиная с 1945 г., все рекорды уста-
новлены реактивными самолетами).

СКОРОСТЬ ЗВУКА 1225 км/час



И вот цель достигнута. Старый рекорд, установленный год назад, превзойден на 27 километров. Это означало увеличение скорости на 4 процента — большой скачок за год.

Отчего же вслед за этим некоторые специалисты стали высказывать мрачные прогнозы, заговорили о тупике, о «кризисе» авиации? Почему десятки научных работ доказывали, что эта последняя победа авиации — пиррова победа, что у авиации нет будущего в борьбе за скорость? Ученые писали, что самые невероятные усилия смогут лишь ничтожно продвинуть авиацию на пути к недостижимой мечте — скорости звука.

Шли годы, и казалось, действительность подтверждает взгляды самых мрачных скептиков.

Ученые и инженеры выжали все, что можно, из аэродинамики, облагородив внешние формы самолета. Машина с двумя крыльями — биплан, — прочная, хорошо проверенная, маневренная, уступила свое место самолету с одним крылом — моноплану — главным образом потому, что моноплан обладает меньшим лобовым сопротивлением и позволяет летать быстрее. Была осуществлена давнишняя мечта авиаконструкторов — убирающееся шасси. Теперь ничто не выступало за контуры летящего самолета, ничто не мешало ему лететь со все большей скоростью.

Вместе с этим широкое применение получили так называемые высотные авиационные двигатели — двигатели с наддувом, сохраняющие постоянную мощность до высоты в несколько километров. Это позволило летать с максимальной скоростью на значительной высоте, где воздух разрежен и оказывает меньшее сопротивление. У двигателей без наддува мощность стремительно падает с высотой — почти так же, как и плотность атмосферного воздуха, — на высоте 5 километров она примерно вдвое меньше, чем у земли. Двигатель с наддувом снабжен нагнетателем, который сжимает воздух, так что в цилиндры все время поступает воздух постоянного давления независимо от высоты полета.

Можно было считать, что сделано все для максимального повышения скорости полета. Тем не менее рекорд итальянского гидроплана

оставался непревзойденным. Только через пять лет, в 1939 году, немецкий летчик Вандель на самолете «Мессершмитт» побил наконец этот рекорд.

Снова, как и прежде, конструкторы сделали все, что могли, для достижения наибольшей скорости. Так, например, один из топливных баков самолета был наполнен не бензином, а водой. Почему же это привело к увеличению скорости на несколько десятков километров в час? Обычно на самолетах вода, охлаждающая двигатель, протекает через радиатор, который обдувается встречным потоком воздуха. Тепло, полученное в двигателе, вода отдает этому воздуху и снова поступает в двигатель, циркулируя в замкнутом контуре. Но сопротивление радиатора сильно уменьшает скорость полета. На рекордном самолете радиатор был отключен, и охлаждающая вода свободно испарялась в атмосферу. Вот для этого-то она и была запасена в баке.

Рекорд итальянца был побит на 46 километров в час. За пять лет бурного технического прогресса скорость возросла на 6,5 процента, то есть всего по 1,3 процента в год. Немногим более одного процента, — и это ценой колоссальных усилий ученых, конструкторов, рабочих, инженеров, высокого мастерства летчиков!

Видно, не без основания заговорили в свое время о барьере на пути развития авиации. Сейчас это волновало ученых и специалистов во всех странах. Но почему «звуковой барьер» упоминался в те годы не иначе, как непреодолимая преграда? Почему так встревожились ученые и конструкторы еще на далеких подступах к нему? Ведь скорость звука в воздухе равна примерно 1225 километрам в час, а последний рекорд равнялся всего лишь 755 километрам в час.

Это объяснялось двумя причинами.

Одна из них связана с физическими явлениями, происходящими в воздухе при полете с большой скоростью, другая — с особенностями «сердца» самолета — поршневого двигателя.

Явления в воздушном потоке, обтекающем быстродвижущееся тело, изучались во многих странах еще задолго до того, как самолеты стали летать с такими скоростями. Исследования установили, что при больших скоростях движения воздух становится как бы иным по своим физическим свойствам. В потоке, набегающем на самолет с малой скоростью, развиваются столь ничтожные избыточные давления, что, несмотря на сжимаемость воздуха, его сжатие практически отсутствует. Иначе обстоит дело при полете со скоростью звука — в этом случае давления уже становятся значительными и, естественно, под их действием воздух сжимается, уплотняется; сопротивление, которое он оказывает самолету, резко возрастает.

Но известно, что сжимаемость начинает серьезно сказываться лишь при скорости воздушного потока, близкой к скорости звука. Почему же «звуковой барьер» стал ощущаться еще на дальних подступах к нему, при скоростях полета, составляющих лишь $\frac{2}{3}$ от скорости звука?

Здесь никакой загадки, конечно, нет. Скорость потока, обтекающего самолет, в особенности его крыло, на некоторых участках поверхности может быть значительно больше, чем скорость полета. Вот почему некоторые участки поверхности крыла как бы «летят» с гораздо большей скоростью, чем весь самолет. Понятно, что здесь-то и начинаются беды, связанные со сжимаемостью воздуха, хотя самолет летит еще со скоростью, далекой от звуковой. В этом «смешанном» обтекании, когда одни части самолета омываются дозвуковым, а другие — сверхзвуковым потоком, заключается причина главных неприятностей, причиняемых «звуковым барьером».

Так «звуковой барьер» напоминает о себе еще при скоростях полета, достаточно далеких от скорости звука. Чем ближе к этой скорости, тем сильнее добавочное сопротивление летящему самолету, связанное со сжимаемостью воздуха (это сопротивление часто называют волновым). Как будто какая-то могучая рука упирается в нос самолета и мешает лететь быстрее.

Но если сопротивление воздуха быстро растет по мере приближения к «звуковому барьеру», то, очевидно, это предъявляет повышенные требования к силовой установке самолета. Ведь она и существует, чтобы преодолевать это сопротивление, точнее говоря — чтобы развивать тягу, необходимую для полета.

Неудивительно, что все взоры обратились к силовой установке, то есть к поршневому двигателю с винтом.

Как известно, тяга непосредственно создается воздушным винтом. Он отбрасывает огромные массы воздуха, как гребной винт теплохода — воду. Отдача отбрасываемого воздуха, или реакция, и есть та сила тяги, которая заставляет лететь самолет. Для вращения винта нужно, конечно, затрачивать работу — ее совершает двигатель. Но не вся мощность двигателя расходуется винтом полезно, то есть на создание тяги. Часть ее теряется на завихрение воздуха, закрутку отбрасываемой струи и т. д. — это вредные потери. Оказывается, с ростом скорости полета эти потери увеличиваются — все из-за той же сжимаемости воздуха. Значит, винт только осложняет задачу двигателя: с ростом скорости его мощность должна расти еще быстрее¹.

Вот здесь-то и сказалась решающая слабость поршневого двигателя, заставившая специалистов говорить о кризисе и тупике авиации. Свойства поршневого двигателя таковы, что его мощность вовсе не растет с увеличением скорости, она практически остается неизменной. Если нужна новая, увеличенная мощность, то нужен и новый, более мощный двигатель. Но такой двигатель обязательно будет и большим по размерам и более тяжелым, а это потребует увеличения размеров

¹ Это не значит, что винт не может применяться при больших, даже сверхзвуковых скоростях полета. Здесь, как и в случае с самолетом, сказывается смешанный режим обтекания, когда на одни части лопасти устремляется сверхзвуковой воздушный поток, а на другие — дозвуковой. Ведь каждому из этих режимов отвечает свой, наивыгоднейший профиль сечения лопасти.

самолета — значит, снова возрастет потребная мощность двигателя. Так поршневой авиационный двигатель, несмотря на свое исключительное совершенство, оказался не в состоянии решить задачу дальнейшего роста скорости полета.

Нужен был двигатель нового типа, способный развивать гораздо большую мощность при тех же размерах и весе.

Глава II

ПО ТУ СТОРОНУ «ЗВУКОВОГО БАРЬЕРА»

В этой главе речь идет о появлении авиационных двигателей нового типа — турбореактивных, о вызванной ими технической революции в авиации, о том, как с их помощью удалось преодолеть «звуковой барьер», а также о слабостях этих двигателей, препятствующих дальнейшей борьбе за увеличение скорости полета.

Рекорд скорости, установленный в 1939 году, был последним рекордом поршневого двигателя. Дальнейший стремительный прогресс авиационной техники связан уже с двигателем принципиально иного типа — турбореактивным.

Появление турбореактивного двигателя сразу перенесло штурм «звукового барьера» с дальних на ближние подступы. Уже первые появившиеся после войны самолеты с турбореактивными двигателями достигли скорости полета, близкой к 1000 километров в час, а затем и перешагнули этот рубеж.

Секрет успеха турбореактивного двигателя прост — при тех же размерах и весе, что и поршневой, он в состоянии развить в условиях скоростного полета значительно большую (в 10—20 раз) мощность. Более того, с ростом скорости полета мощность турбореактивного двигателя все время возрастает.

В чем же заключается принципиальное отличие турбореактивного двигателя от поршневого?

Оказывается, дело в количестве воздуха, которое может пройти через двигатель данных размеров в единицу времени. Ведь чем больше воздуха проходит через двигатель, тем больше топлива в нем сгорает, больше выделяется тепла и, следовательно, увеличивается мощность двигателя. Но почему через турбореактивный двигатель проходит намного больше воздуха, чем через поршневой? И в этом ничего удивительного нет. Через турбореактивный двигатель воздух течет непрерывно. Кроме того, для этого течения предоставлена большая часть поперечного, или миделевого, как его называют, сечения двигателя. Иначе обстоит дело в поршневом двигателе. В его цилиндры воздух втекает периодически. К тому же сечение впускных отверстий в этом

двигателе во много раз меньше его миделевого сечения. Естественно поэтому, что воздуха в поршневой двигатель поступает в десятки раз меньше, чем в турбореактивный.

Так переход от поршневых к турбореактивным двигателям позволил резко увеличить мощность силовой установки самолета и тем самым повысить скорость полета. Но скорость полета должна непрерывно расти, а это требует увеличения тяги двигателя. Поэтому борьба за скорость полета для турбореактивного двигателя — это борьба за тягу. Неудивительно, что с момента появления турбореактивных двигателей их тяга непрерывно увеличивается. Первые турбореактивные двигатели имели тягу 700—800 килограммов, а новейшие реактивные самолеты снабжены двигателями, тяга которых превышает 10 тонн¹.

Можно ли увеличить тягу турбореактивного двигателя без значительного увеличения его размеров и веса? Да, можно.

Для этого нужно увеличить либо количество воздуха, проходящего через двигатель в секунду, либо скорость истечения газов из него.

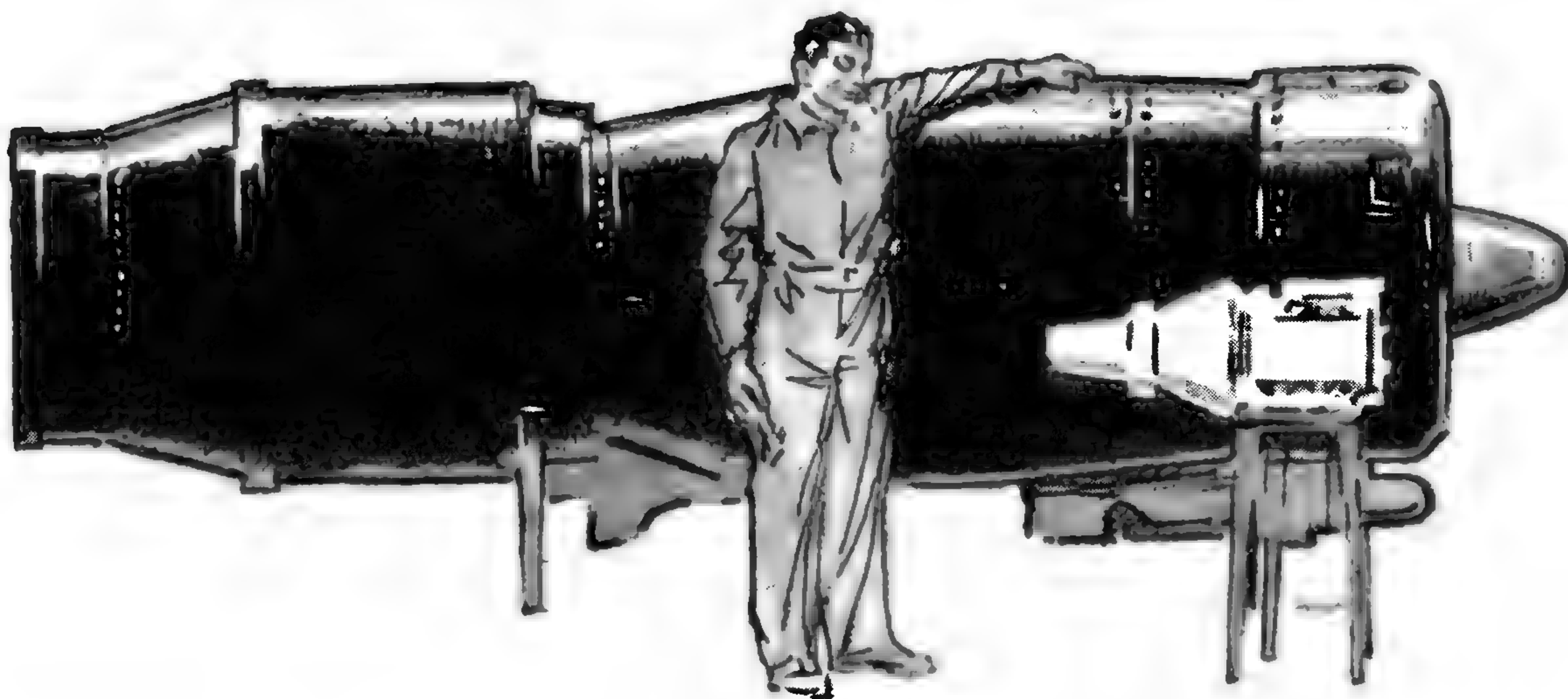
Для увеличения расхода воздуха проще всего, конечно, увеличить диаметр двигателя. Но это более всего нежелательно, если учесть, как вредно лобовое сопротивление при больших скоростях полета. Другой путь — увеличение скорости, с которой воздух входит в двигатель, но это неизбежно приводит к увеличению потерь давления в нем и сильно ухудшает работу двигателя. Да и увеличить эту скорость можно только до определенного предела — до скорости звука.

Наконец, существует и еще один путь, который используется конструкторами, — увеличение сечения для прохода воздуха при том же общем диаметре двигателя. Для этого нужно убрать все, что мешает течь воздуху через двигатель, «расчистить» газоздушный тракт — вынести оттуда разные агрегаты, уменьшить до минимума диаметр



Воздухозаборное отверстие турбореактивного двигателя почти равно по сечению миделевому.

¹ По журналу «Эркрафт инжиниринг», апрель 1963 г., и др.



Большой и маленький — сравнение размеров мощного турбореактивного двигателя тягой 7—8 тонн и маломощного двигателя тягой примерно 200 килограммов.

втулки компрессора и пр. В последнее время преимущественное применение получили двигатели с осевым компрессором, а более распространенные ранее двигатели с центробежным компрессором отошли на второй план. Одна из причин этого как раз в том, что через двигатели с осевым компрессором при одинаковом диаметре проходит больше воздуха¹.

Но совершенно ясно, что такие возможности увеличения расхода воздуха через двигатель ограничены, хотя именно за этот счет и шло до сих пор главным образом увеличение тяги турбореактивных двигателей.

Очевидно, что для увеличения тяги, без чего нельзя повысить скорость полета, остается лишь вторая возможность — увеличение скорости истечения газов из двигателя.

Все видели, как из чайника со свистом вырывается струя пара. Почему она появляется только тогда, когда вода закипает? Ответ очевиден: только в этом случае пара образуется так много, что давление внутри чайника повышается и пар, приподнимая крышку, с силой устремляется наружу.

Значит, чтобы скорость истечения была высокой, нужно увеличить давление. Поэтому первой напрашивается мысль — для повышения скорости истечения нужно увеличить давление воздуха, выходящего из компрессора, то есть сильнее сжимать воздух в нем.

Однако такой вывод оказывается поспешным. В действитель-

¹ Об устройстве и работе различных авиационных двигателей (в частности, о двигателях с осевым и центробежным компрессором) подробнее рассказано в научно-популярной брошюре К. Гильзина «Воздушно-реактивные двигатели», Военгиз, 1956.

ности, если сильнее сжать воздух в компрессоре, то скорость истечения либо увеличится очень незначительно, либо даже... уменьшится. Это объясняется тем, что более сильное сжатие воздуха в компрессоре требует большей затраты работы. Но чтобы турбина двигателя, приводящая компрессор в действие, развивала большую мощность, должно быть большим и расширение газов в ней. Поэтому может оказаться, что давление воздуха после компрессора и, следовательно, давление газов перед турбиной возрастет, а давление и температура газов за турбиной в результате более сильного расширения в ней не только не возрастут, а даже снизятся. Снизится поэтому и скорость истечения газов, а значит — и тяга. Если все же развитие турбореактивных двигателей связано с непрерывным увеличением сжатия воздуха в компрессоре, то это делается не для повышения тяги, а для снижения расхода топлива на 1 килограмм тяги, то есть для повышения экономичности двигателя.

Для увеличения скорости истечения газов практически остается один путь — повышение их температуры. Чтобы увеличить скорость вдвое, температура газов должна возрасти в четыре раза¹. Чтобы, например, увеличить скорость истечения с 600 до 800 метров в секунду, то есть на одну треть, надо повысить температуру газов перед турбиной с 850 примерно до 1700°.

Такое увеличение тяги на одну треть было бы решающим успехом в штурме «звукового барьера»!

Однако именно в этом направлении за прошедшие годы сделано сравнительно мало — ведь уже в первых турбореактивных двигателях температура газов перед турбиной достигала 800°, а сейчас она все еще не превышает обычно 900 — 950°. Очевидно, должны быть весьма серьезные причины такого медленного роста.

Может быть, более высокие температуры газов в двигателе вообще не могут быть получены из-за малой калорийности топлива?

Нет. При сгорании керосина в воздухе температура газообразных продуктов горения может достигать и даже превышать 2000°.

Тогда, может быть, причина заключается в невыгодности такого метода увеличения тяги — из-за ухудшения экономичности двигателя, то есть увеличения расхода топлива на килограмм тяги?

И опять нет! Ведь если это невыгодно в длительном полете, то при кратковременном увеличении тяги, или так называемом форсировании двигателя (нужда в нем часто возникает в летной эксплуатации), расход топлива, естественно, не играет такой большой роли. Более того, при больших сверхзвуковых скоростях полета расход топлива не только не возрастает с ростом температуры газов, но даже уменьшается!

¹ Как учит термодинамика — наука о преобразовании тепла в работу, — скорость истечения пропорциональна корню квадратному из абсолютной температуры газов.



Турбинное колесо — «ахиллесова пята» газотурбинного двигателя.

Истинное объяснение связано с одной из основных особенностей работы турбореактивного да и любого другого газотурбинного двигателя. Речь идет о важнейшей, еще не преодоленной пока его слабости, его «ахиллесовой пяте» — газовой турбине, точнее — о ее лопатках.

Турбинные лопатки работают в исключительно тяжелых условиях, и в этом отношении вряд ли их можно с чем-нибудь сравнить. Они прикреплены к турбинному диску, диаметр которого в новых мощных турбореактивных двигателях достигает метра. Это колесо делает много тысяч оборотов в минуту, и при работе двигателя на лопатки действует огромная центробежная сила, в десятки тысяч раз превосходящая вес лопатки. Только самые прочные металлы могут выдержать подобные нагрузки.

Но мало того. Из сопел турбины на лопатки вырывается стремительный поток газов, несущийся со скоростью многих сотен метров в секунду. Под действием этого потока лопатки начинают вибрировать. Они изгибаются, скручиваются, трепещут неизмеримо сильнее, чем кленовые листья на ураганном ветру. Под действием этих колебаний металл и без того сильно перегруженных лопаток «утомляется», не выдерживает — лопатка разрушается. Немало усилий приходится затрачивать, чтобы изменением

конструкции двигателя избавить лопатки хотя бы от самых опасных и неприятных колебаний.

Но и это не все. Поток газов, вырывающийся из сопла на лопатки, нагрет до $850-900^{\circ}$. Естественно, что лопатки, представляющие собой, по существу, тонкие длинные полосы металла, быстро раскаляются докрасна, их температура лишь на $100-150^{\circ}$ ниже температуры газов. Самые прочные металлы катастрофически теряют прочность при таком нагреве. Неудивительно, что сильно нагруженные, вибрирующие лопатки, даже изготовленные из металлов, обладающих изумительной, ни с чем не сравнимой прочностью, не выдерживают и обрываются. Чтобы сохранить огромную прочность при высоких рабочих температурах, лопатки газовой турбины изготавливают из особых сплавов, в которые входят многие ценные и редкие металлы — вольфрам, кобальт, никель, ванадий, ниобий и другие. Эти металлы придают сплаву не простую прочность, а прочность при высокой температуре, жаропрочность. Но даже и такие сверхжаропрочные лопатки, оказывается, недостаточно хороши для турбореактивных двигателей.

В условиях работы газовых турбин проявляется еще одна слабость металла, еще одна его болезнь — «ползучесть», или крип. Оказывается, под действием громадных центробежных сил раскаленная

лопатка постепенно удлиняется, сначала медленно, а затем все быстрее. Эта пластическая деформация может перерасти в грозную опасность для турбины. Достаточно лопатке немного удлиниться, чтобы задеть за корпус, и она немедленно сломается. Ведь радиальный зазор между лопатками и корпусом очень мал: иначе произойдет значительная утечка газов, и турбина будет плохо работать. Иной раз лопатка ломается вследствие ползучести, даже и не задевая за корпус, а просто оттого, что чересчур ослабляется.

Значит, материал для изготовления лопаток должен быть не только сверхжаропрочным, но и крипоустойчивым. Материалов с подобными качествами природа не знала, людям пришлось их создавать. Только замечательные достижения металлургии позволили осуществить давнишнюю мечту инженеров — создать газовую турбину.

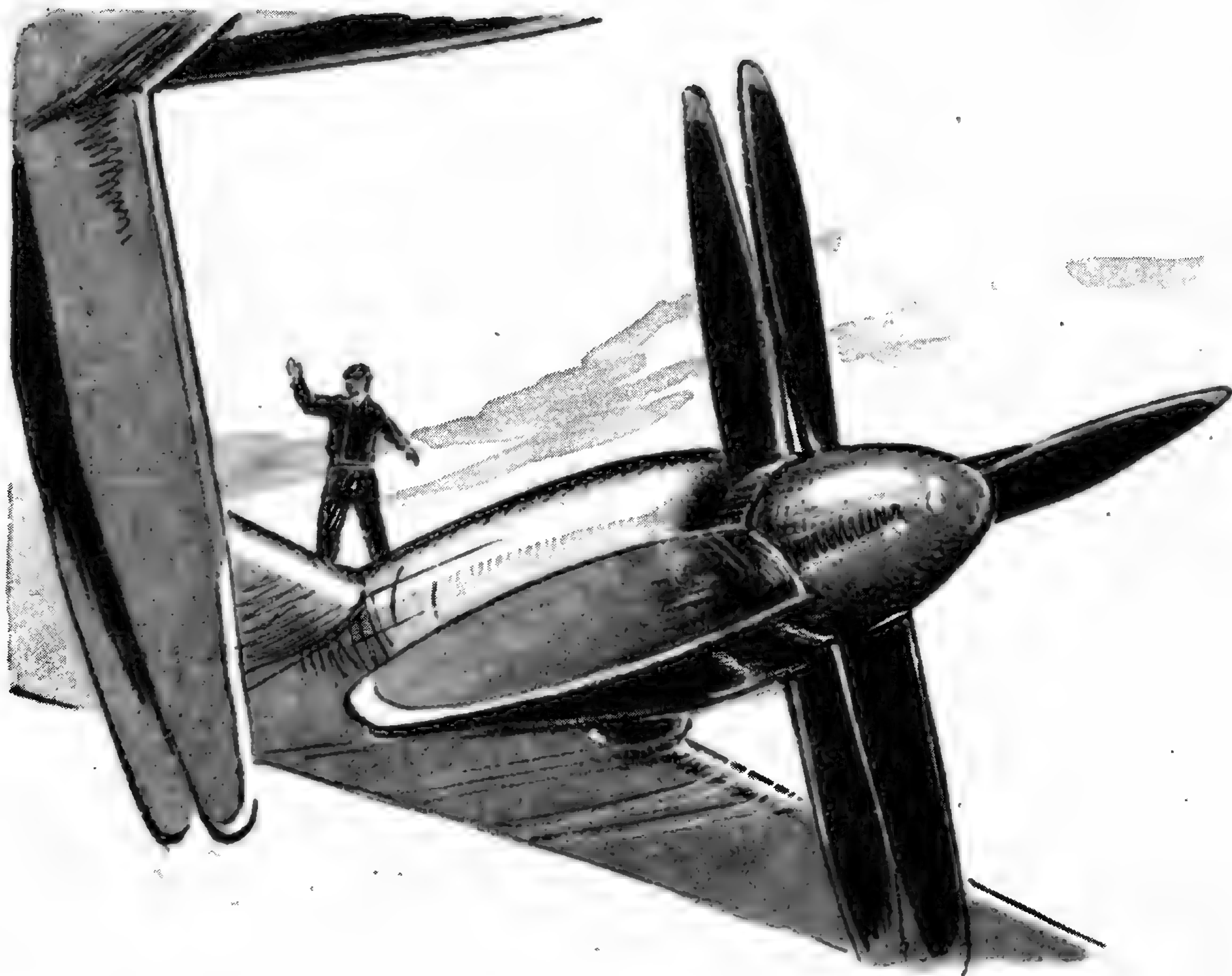
Вот почему и кажущееся таким небольшим повышение температуры газов перед турбиной с 800 до 900°, о котором шла речь выше, было в действительности огромной победой техники — ведь повышение температуры на один градус приводит к уменьшению жаропрочности материала примерно на один процент!

Понятно, почему дальнейшее повышение температуры газов перед турбиной оказывается крайне сложным делом. И все же резервы для такого повышения есть огромные. Мы уже говорили, что при сгорании керосина в воздухе температура газов может достигать и даже превышать 2000°. Чтобы снизить эту температуру до 800—900°, к продуктам сгорания приходится добавлять более холодный воздух. Таким образом, только часть воздуха, выходящего из компрессора, не более $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ от общего количества, участвует в сгорании топлива в современных турбореактивных двигателях. Другая, большая часть служит лишь для охлаждения продуктов сгорания. Если бы лопатки турбины позволили, то в том же двигателе можно было сжигать в 3—4 раза больше топлива, что и привело бы с ростом температуры газов к увеличению тяги двигателя. Но, увы, это пока невозможно.

Стоит подать в камеру сгорания чуть-чуть больше топлива, как температура газов сейчас же увеличится и может превысить максимально допустимую, а это грозит выходом из строя турбинных лопаток и аварией двигателя.

Как же ученые, конструкторы и инженеры пытаются повысить температуру газов в турбореактивном двигателе?

Следует отметить, что эта проблема важна не только для турбореактивного двигателя — еще более важна она для так называемого турбовинтового двигателя, в котором турбина вращает воздушный винт. Оказывается, при повышении температуры газов не только увеличивается мощность турбовинтового двигателя, но и улучшается его экономичность, то есть уменьшается расход топлива на одну лошадиную силу. А ведь турбовинтовые двигатели привлекают к себе все большее внимание как превосходные двигатели для скоростных пас-



Турбовинтовые двигатели самолета «ТУ-114».

сажирских самолетов, — кто не знает наши замечательные самолеты «ТУ-114», «ИЛ-18» или «АН-10»? Понятно поэтому то внимание, которое уделяется проблеме создания высокотемпературной авиационной газовой турбины.

Эта проблема решается двумя различными путями. Metallурги, химики, физики, материаловеды стараются создать новые, более жароупорные конструкционные материалы. Вероятнее всего, это будут уже не металлические сплавы — они одни не в состоянии решить задачу. Только различные комбинации прочных металлов со сверхжароупорной керамикой могут помочь конструктору, создающему высокотемпературную турбину.

Другой путь — охлаждаемая турбина. Если сделать лопатки полыми или предусмотреть в них каналы для охладителя (воздуха или жидкости), то температуру газов можно значительно повысить, не повышая температуры лопатки. Понятно, что циркулирующий в каналах лопаток охладитель будет уносить с собой часть полезного тепла.

Другая потеря будет связана с затратой работы на проталкивание охладителя через каналы. Однако возможность значительного повышения рабочей температуры газов более чем компенсирует эти потери.

Этим объясняется то, что в самое последнее время в эксплуатации появляются турбореактивные и другие авиационные газотурбинные двигатели с турбинами, имеющими лопатки с воздушным охлаждением. В частности, например, в новом английском турбореактивном двигателе «Спей»¹ (точнее — этот двигатель является не простым турбореактивным, а так называемым двухконтурным; о подобных двигателях речь будет идти ниже, в главе V) температуру газов перед турбиной удалось повысить таким образом до 1040°. В других зарубежных двигателях этого типа² температура газов достигает даже 1130°. Большой прогресс!

Одним из весьма перспективных методов охлаждения турбинных лопаток считают, в частности, так называемое проникающее охлаждение. В этом случае лопатки изготавливаются методом порошковой металлургии, то есть спеканием мельчайших зерен металла. В стенке лопатки, которая делается полой, образуется множество микроскопических каналов. Через эти каналы изнутри под давлением какая-нибудь охлаждающая жидкость. Она выступает на поверхности лопатки, омываемой раскаленными газами, создавая защитный холодный слой. Лопатка в этом случае как бы «потеет», отчего эту систему охлаждения называют иногда «охлаждение выпотеванием». Температура лопатки при таком охлаждении оказывается меньшей, чем при других известных системах охлаждения.

Конечно, проблема создания высокотемпературной турбины будет со временем решена. Но ведь штурмовать «звуковой барьер» надо сейчас. Уже теперь для этого необходимо повышать тягу турбореактивных двигателей. Как же это сделать, если на пути увеличения температуры газов стоят турбинные лопатки?

Сама собой напрашивается мысль: если нельзя повысить температуру газов перед турбиной, то нельзя ли это сделать за ней? Ведь для увеличения скорости истечения газов и, следовательно, тяги нужно увеличить температуру газов, вытекающих из двигателя. А такого повышения температуры достигнуть просто — достаточно сжечь добавочное топливо уже за турбиной, в выхлопной трубе. Эта идея нашла широкое применение в реактивной авиации и помогла одержать победу в штурме «звукового барьера». Конструктивное воплощение она получила в виде так называемой форсажной камеры. В настоящее время форсажная камера является обязательным добавлением почти ко всякому мощному турбореактивному двигателю, установленному на скоростных военных самолетах.

Устройство камеры принципиально очень просто. Газы, выходя-

¹ По журналу «Эркрафт инжиниринг», № 395, 1962 г.

² По журналу «Флайт», 1 августа 1963 г.

щие из турбины, попадают в переднюю часть форсажной камеры, которая крепится к задней части двигателя. Эта часть камеры представляет собой расходящуюся коническую трубу. Скорость газов, движущихся в ней, уменьшается, а давление соответственно возрастает. Такое устройство называется диффузором.

Затем газы поступают в следующую часть форсажной камеры, которая носит название камеры сгорания. Здесь установлены топливные форсунки. Через них впрыскивается горючая жидкость — керосин или бензин. Жидкость сразу же воспламеняется и сгорает — ведь газы, вытекающие из двигателя, нагреты до $700\text{—}750^\circ$. Необходимый же для сгорания кислород всегда в избытке имеется в выхлопных газах (вспомните, сколько воздуха приходится добавлять к продуктам сгорания топлива в основной камере сгорания двигателя, чтобы снизить их температуру).

В результате сгорания добавочного топлива температура газов сильно повышается, и они устремляются в последнюю часть форсажной камеры — реактивное сопло. Здесь газы расширяются, скорость их увеличивается, и они покидают форсажную камеру, создавая реактивную тягу.

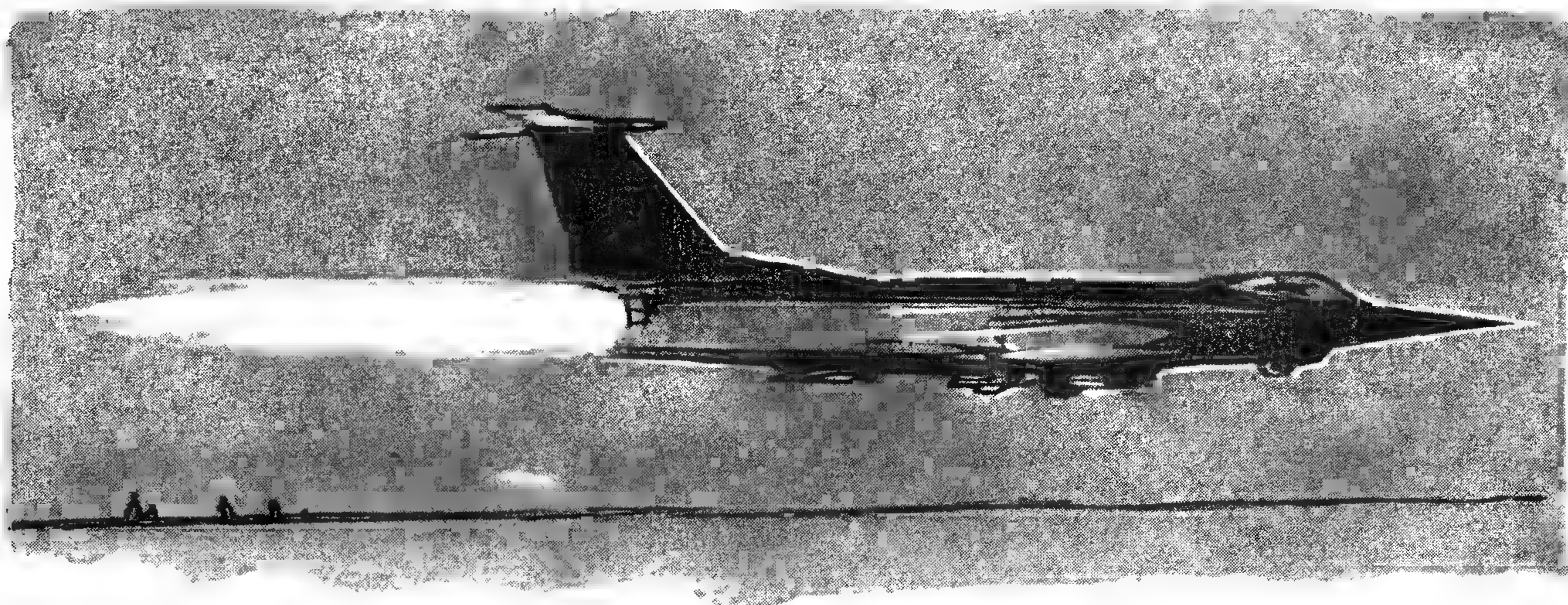
Форсажная камера имеет относительно небольшой вес, если учесть увеличение тяги, которое она дает. Это увеличение даже при работе двигателя на стоянке составляет примерно одну треть от тяги двигателя без форсажной камеры, а в полете с высокой скоростью оно еще более возрастает, так что исходная тяга двигателя почти удваивается.

Значит ли это, что применение форсажной камеры снимает задачу создания высокотемпературной турбины?

Конечно, нет. Увеличение тяги с помощью форсажной камеры очень невыгодно, так как приводит к большому перерасходу топлива. Ведь даже повышение температуры газов перед турбиной, как об этом уже говорилось, при современных скоростях связано с увеличением удельного расхода топлива, а следовательно, и уменьшением дальности полета. Что же говорить об увеличении температуры газов за турбиной, когда топливо сгорает при значительно меньшем давлении, чем в камере сгорания двигателя!¹

Естественно, что перерасход топлива при работе форсажной камеры получается гораздо большим, и сколько-нибудь продолжительная работа ее поэтому недопустима. Форсажная камера служит лишь для кратковременного значительного увеличения тяги двигателя, или его так называемого форсажа. Конечно, и для форсажа сжигание добавочного топлива в камере сгорания двигателя, то есть перед турбиной, было бы гораздо выгоднее, чем за ней, в форсажной камере. Однако при условии очень кратковременной работы перерасход топлива

¹ Чем меньше давление, при котором происходит подвод тепла к газу (в данном случае — сгорание), тем менее выгоден этот подвод, так как тем меньшая доля тепла переходит в работу при последующем расширении газа.



Работает турбореактивный двигатель с форсажной камерой.

не столь значителен. Поэтому форсажная камера и получила применение на военных самолетах, как истребителях, так и бомбардировщиках. Она используется в случаях, когда требуется кратковременное значительное увеличение скорости полета: в воздушном бою, на подходе к цели бомбометания и т. д. Форсажная камера и позволила реактивным самолетам перешагнуть через «звуковой барьер». Не будь ее, эта победа была бы отодвинута на значительное время.

Вот летит бомбардировщик с двумя турбореактивными двигателями необычной длины — это двигатели с форсажной камерой. Камеры поневоле должны быть длинными, иначе не удастся сжигать в них топливо, впрыскиваемое в газовый поток.

Бомбардировщик летит очень быстро, как бы вонзаясь своим стреловидным крылом в небо. Но вдруг из обоих двигателей блеснули длинные языки пламени, и самолет резко увеличил скорость, будто брошенный чьей-то могучей рукой. Это летчик включил форсажные камеры. С оглушительным грохотом, значительно более сильным, чем обычный гул работающего турбореактивного двигателя, самолет исчез за горизонтом. Легко понять, сколь спасительной может оказаться такая скорость, если самолет попадет под ураганный зенитный огонь...

Форсажная камера получила широкое распространение уже сейчас, а в ближайшее время она станет обязательной частью любого скоростного реактивного самолета. Это объясняется не только тем, что с помощью форсажной камеры проще достигнуть сверхзвуковых скоростей полета, но и тем, что при увеличении скорости полета форсажная камера становится, как об этом уже говорилось, все более выгодной (точнее говоря — все менее невыгодной). С большой степенью вероятности можно считать, что в области скоростей полета от звуковой до вдвое и даже, может быть, втрое (а по некоторым высказы-

ваниям — даже вчетверо) превосходящей звуковую, основным двигателем военной авиации будет турбореактивный с форсажной камерой. А при еще больших скоростях?

Г л а в а III

ЛЕТАЮЩИЕ ТОПКИ

Из этой главы читатель узнает об одном из авиационных двигателей будущего — прямоточном, его достоинствах, недостатках и перспективах применения в авиации завтрашнего дня.

Какой двигатель будет наивыгоднейшим при сверхзвуковых скоростях полета? Ответ на этот вопрос связан с одной из самых замечательных особенностей развития современной скоростной авиации.

Пока скорость полета оставалась сравнительно небольшой, еще достаточно далекой от скорости звука, авиацию устраивал один-единственный тип двигателя — поршневой. Штурм «звукового барьера» потребовал, как мы видели выше, применения двигателя нового типа — турбореактивного. Переход к реактивным двигателям является принципиальным, революционным переворотом в авиации, ибо с их помощью (конечно, для этого потребуются двигатели особых типов) стали возможны любые, сколь угодно большие скорости полета, вплоть до приближающихся к максимально возможной в природе — скорости света в вакууме, то есть 300 тысяч километров в секунду. Однако это вовсе не означает, что турбореактивный двигатель займет теперь место монополиста в авиации, принадлежавшее ранее поршневому двигателю. В сверхзвуковой области полета такого монополиста вообще быть не может. Разные по величине сверхзвуковые скорости требуют реактивных двигателей различного типа — так проявляется упомянутая выше особенность развития сверхзвуковой авиации.

Эта особенность заключается в большом, принципиальном влиянии скорости не только на полет самолета, но и на работу любого воздушно-реактивного двигателя, установленного на быстролетающем самолете. С таким влиянием практически не встречались, когда на самолетах устанавливали поршневые двигатели, и, конечно, оно не имеет места при установке на самолете ракетного двигателя, не использующего для своей работы атмосферный воздух. Это влияние характерно для двигателей воздушно-реактивных, к числу которых принадлежат и турбореактивные двигатели современной авиации. В чем же проявляется влияние скорости полета на работу турбореактивного двигателя?

Тот, кто прыгал с парашютом, не забудет мгновений, когда пролетаешь первые метры после отделения от самолета. Рука уже выдер-

нула кольцо, и вот-вот прозвучит чудесной музыкой шелест раскрывающегося шелкового купола. Затем последует толчок, и начнется медленный спуск с заоблачных высот, когда сердце переполняется восторгом и с уст сама собой рвется песня... А пока — лишь свист рассекаемого воздуха, который неожиданно становится таким неподатливым, таким упругим.

Впрочем, нет нужды быть парашютистом, чтобы ощутить эту необычную упругость воздуха. Подобное ощущение знакомо лыжнику, стремительно спускающемуся с высокой горы, мотоциклисту, мчащемуся по гладкому шоссе, или спортсмену, прыгающему с вышки в воду. Да и каждый может испытать его — достаточно высунуть руку из быстро идущего поезда или автомобиля или пойти навстречу сильному ветру.

Та же сила, что бьет в этих случаях с размаху в грудь и лицо, но лишь многократно увеличенная, опрокидывает железнодорожные вагоны и вырывает с корнем деревья во время урагана.

Эта сила — скоростной напор воздушного потока, остановленного неожиданным препятствием. Вся кинетическая, скоростная энергия воздуха затрачивается в данном случае на его сжатие, на повышение давления. Повышенное, избыточное давление воздуха и создает силу, ощущаемую нами при быстром движении и оказывающуюся такой страшной при ураганах.

Но ведь реактивный самолет движется в воздухе со скоростью, во много раз большей, чем скорость самого сильного урагана. С какой же силой должен обрушиваться встречный поток воздуха на поверхность самолета!¹

Тормозится воздух и перед всасывающим отверстием турбореактивного двигателя, установленного на летящем с большой дозвуковой скоростью самолете. Ведь на двигатель встречный поток устремляется со скоростью, близкой к скорости звука; внутри же двигателя эта скорость уменьшается раза в три-четыре, а то и больше. Мы не видим этого процесса торможения, ибо воздух прозрачен. Но если как-нибудь окрасить воздух, то можно было бы заметить перед всасывающим отверстием двигателя огромную воронку, расширяющуюся по мере приближения к двигателю. Воздух, текущий через эту воронку, тормозится, его скорость уменьшается, а давление возрастает.

Простой расчет показывает, что даже во время самого страшного урагана скоростной напор ветра не превышает... сотых долей атмо-

¹ При движении самолета с большой скоростью на его поверхность действует не только избыточное давление там, где воздух тормозится, но и разрежение в тех местах, где воздух движется с очень большой скоростью. Вот так же при урагане стремительно мчащийся воздух создает разрежение над крышами домов и этим срывает крыши. Такое же разрежение приводит и к срыву обшивки быстролетящего самолета. Недаром обшивка крыла современных скоростных самолетов делается неизмеримо более толстой и прочной, чем на самолетах сравнительно не очень далекого прошлого.

сферы. На первый взгляд, это даже несколько неожиданно: такие огромные разрушения — и столь незначительное избыточное давление, в десятки и сотни раз меньше нормального. Во всасывающем отверстии двигателя давление воздуха оказывается в десятки раз бóльшим — ведь скоростной напор порождается кинетической энергией встречного воздушного потока: когда скорость увеличивается вдвое, избыточное давление возрастает вчетверо.

И все же пока скорость полета остается дозвуковой, величина этого избыточного давления невелика сравнительно со сжатием воздуха в компрессоре двигателя. Давление воздуха перед компрессором в результате скоростного напора повышается всего на несколько десятых килограмма на квадратный сантиметр. При дозвуковом полете скоростной напор лишь помогает сжимать воздух. Следует иметь в виду, что всякое увеличение давления перед компрессором сказывается в гораздо более сильном увеличении давления за ним — ведь давление в компрессоре возрастает в несколько раз¹. Вот почему, кстати сказать, форсажная камера и становится все более выгодной по мере роста скорости полета — давление в ней при этом возрастает.

Но когда скорость полета превышает скорость звука, то влияние скоростного напора на работу двигателя, постепенно увеличиваясь, может стать уже и качественно иным. На самом деле, при скорости полета, в два раза превосходящей скорость звука, давление перед компрессором теоретически может превосходить атмосферное в 7 раз, при трехкратной скорости звука — в 36 раз, а при четырехкратной — даже в 150 раз!

Совершенно очевидно, что при этих условиях отпадает надобность в компрессоре для сжатия воздуха, поступающего в двигатель. Но если не нужен компрессор, то не нужна и турбина с ее перегруженными лопатками. Во что же превращается в этом случае весь двигатель? В одну лишь камеру сгорания, имеющую спереди диффузор для торможения и сжатия набегающего потока воздуха, а сзади — реактивное сопло для разгона газов и увеличения скорости их истечения. Подобный двигатель носит название прямоточного воздушно-реактивного двигателя.

Таково важнейшее следствие влияния растущей скорости полета на работу воздушно-реактивного двигателя самолета. Это следствие, на первый взгляд, несколько неожиданно. На самом деле, борьба за непрерывный рост скорости полета до настоящего времени неизменно приводила к постепенному усложнению турбореактивного двигателя. Достаточно вспомнить хотя бы о той же проблеме повышения температуры газов перед турбиной. И вдруг такое принципиальное, огромное упрощение, как устранение наиболее сложных частей дви-

¹ Правда, само сжатие в компрессоре в результате скоростного напора несколько снижается. Так сказывается на работе компрессора повышение температуры входящего в него воздуха, — сжимать нагретый воздух труднее.

гателя — компрессора и турбины! Так идет развитие авиации — не плавно, не постепенно, а скачками, когда накапливающиеся постепенные изменения вызывают резкий переход на качественно иную ступень развития. Так было, например, когда поршневой двигатель уступил место турбореактивному; так будет с турбореактивным двигателем, когда при значительно возросших скоростях полета он уступит место прямоточному.

Простота прямоточного воздушно-реактивного двигателя объясняет, почему его часто называют «летающей топкой». Ведь этот двигатель действительно представляет собой как бы одну топку, в которую непрерывно втекает широкой рекой воздух и из которой так же непрерывно вытекают раскаленные газы. И такая примитивная по идее топка, бессмысленная, если она неподвижна, превращается в совершеннейший реактивный двигатель, когда она мчится в воздухе со скоростью, в 3—4 раза превосходящей скорость звука. При этих условиях прямоточный двигатель не имеет себе равных во всем многочисленном семействе реактивных двигателей: он способен развивать наибольшую тягу на килограмм своего веса и вместе с тем меньше всех остальных расходовать топлива на килограмм развиваемой тяги. Расчет показывает, например, что прямоточный двигатель диаметром в один метр способен при скорости 4000—5000 километров в час развивать тягу в 150 и более тонн¹, расходуя в 8 раз меньше топлива, чем жидкостный ракетный двигатель, о котором речь будет идти ниже (это единственный двигатель другой конструкции, способный обеспечить полет с указанной выше скоростью). Неудивительно, что прямоточный двигатель по праву считают двигателем завтрашнего дня.

Конечно, прямоточный двигатель прост лишь по своей принципиальной схеме. В действительности он гораздо сложнее, а рабочий процесс в нем ставит труднейшие задачи перед учеными и конструкторами. К числу этих проблем относятся, например, торможение в диффузоре двигателя стремительно набегающего на него сверхзвукового потока воздуха, сгорание топлива, впрыскиваемого в несущийся с огромной, «сверхураганной» скоростью воздушный поток, регулирование двигателя и многие другие.

И все же главная слабость прямоточного двигателя не в этих проблемах — они хоть и сложны, но их можно решить, — а во взлете самолета.

Как бы ни старались ученые и инженеры, они не смогут заставить прямоточный двигатель осуществить взлет самолета: ведь этот двигатель способен развивать тягу только в полете с большой скоростью. Поэтому на самолете с прямоточным двигателем обязательно нужно иметь какой-нибудь другой двигатель; с его помощью самолет взле-

¹ Конечно, такую тягу он разовьет только при полете у земли, в плотном воздухе. На больших высотах, где подобный высокоскоростной полет только и возможен, тяга будет несравненно меньше.

тит и наберет скорость, при которой уже целесообразна работа основного, прямоточного двигателя. Можно, конечно, как это иногда предлагается, установить самолет с прямоточным двигателем на другом, тяжелом самолете с двигателями иного типа, например турбореактивными. Этот второй самолет — «носитель» или «матка» — поднимет его в воздух. Только там, при большой скорости полета, будет запущен прямоточный двигатель, и вскоре «носитель» останется далеко позади.

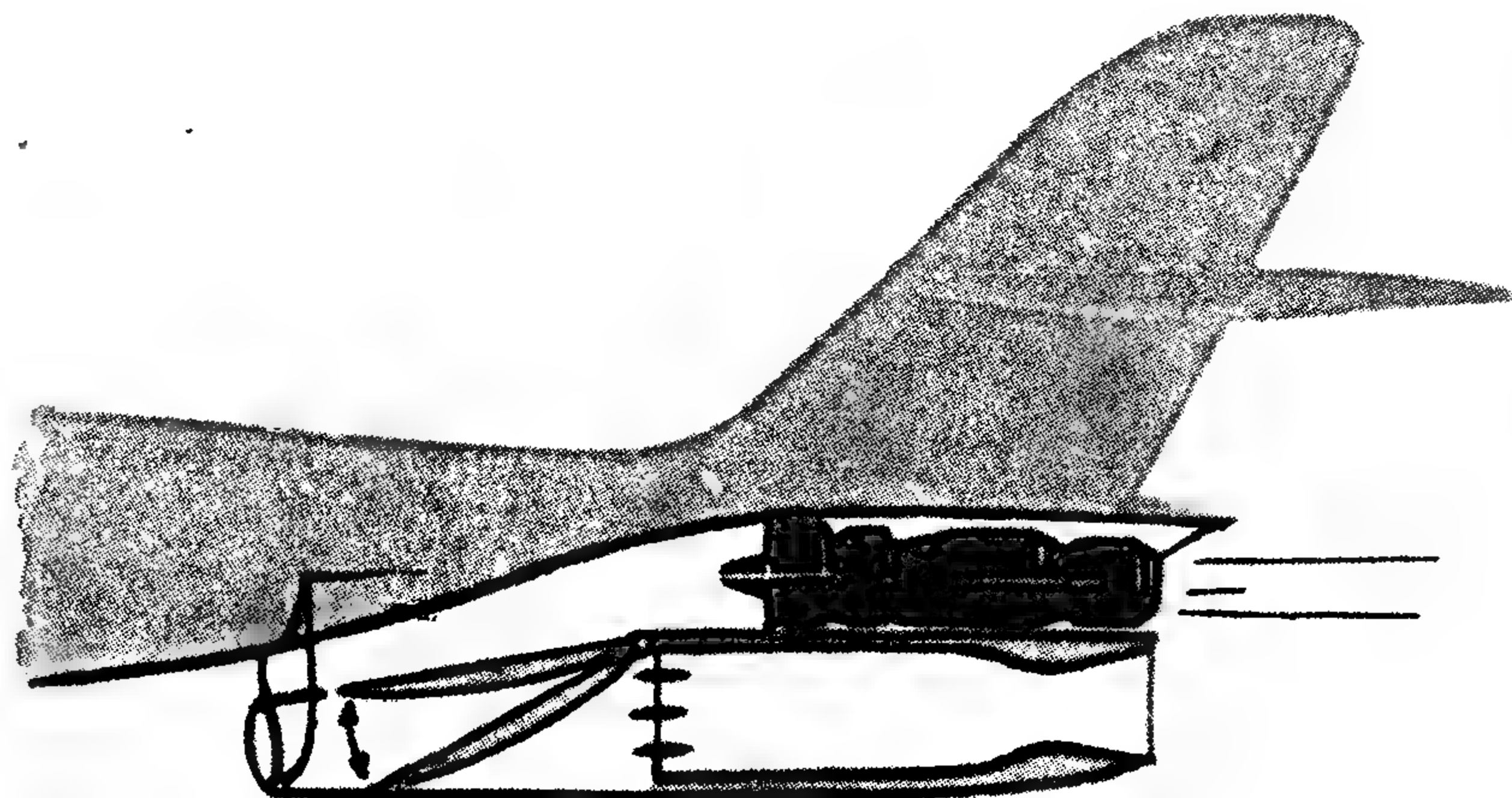
Можно осуществлять взлет самолета и с катапульты. В этом случае он будет просто «выстрелен» в воздух. Правда, такой взлет скорее напоминает запуск управляемого снаряда. Кстати сказать, прямоточный двигатель, простой, дешевый, легкий и высокоэффективный при больших скоростях полета имеет широкие перспективы для применения на управляемых снарядах — этой военной беспилотной авиации разового использования. Уже сейчас некоторые управляемые самолеты-снаряды с прямоточным двигателем достигали скорости полета 3500 километров в час и более¹.

Но есть и еще один способ преодоления этой слабости прямоточного двигателя. Вы уже, вероятно, обратили внимание на большое принципиальное сходство прямоточного двигателя и форсажной камеры турбореактивного двигателя: рабочий процесс у них одинаков, да и конструктивное выполнение сходно. По существу, форсажная камера является прямоточным двигателем, установленным непосредственно за турбореактивным, так что турбореактивный двигатель с форсажной камерой представляет собой просто сочетание двигателей двух типов — турбореактивного и прямоточного. Так как в настоящее время скорости полета еще сравнительно малы, то прямоточный двигатель в этих условиях невыгоден и потому используется лишь для кратковременного форсажа, то есть как форсажная камера.

С ростом скорости полета положение изменяется: прямоточный двигатель становится все более выгодным, оттесняя даже основной, турбореактивный двигатель. Это позволяет использовать турбореактивный и прямоточный двигатели в различных комбинациях, в зависимости от режимов полета. На сравнительно малых скоростях работает один турбореактивный двигатель, а прямоточный выключен. На околозвуковых и сверхзвуковых скоростях полета, до 2000—3000 километров в час, работают оба двигателя, причем прямоточный может использоваться периодически как форсажная камера. Затем он начинает работать все время — вместе с турбореактивным. Наконец, при еще больших скоростях работает один прямоточный двигатель. Для этого воздух направляется в прямоточный двигатель, минуя турбореактивный. Подобные схемы не только предлагаются, но и разрабатываются. Возможно, они найдут широкое применение в будущем.

¹ Например, снаряд «Бомарк», США (по журналу «Авиэйшн Уик», 10 ноября 1958 г., и др.).

Принципиальное преимущество прямоточного двигателя перед турбореактивным в том, что из-за отсутствия турбины температура газов в прямоточном двигателе зависит только от возможностей топлива. Поэтому-то и скорость истечения, а вместе с ней и тяга оказываются значительно большими, чем у турбореактивных двигателей тех же размеров при одинаковой, достаточно большой, конечно, скорости



Возможная силовая установка самолета, состоящая из турбореактивного (вверху) и прямоточного (внизу) двигателей. Показана и заслонка, направляющая воздух в один из двигателей.

полета. Ведь если максимальная температура газов в турбореактивном двигателе не превышает в настоящее время, как правило, $900—950^{\circ}$, то в прямоточном она может достигать $1500—1800^{\circ}$ и более.

Но все же, как и в турбореактивном двигателе, именно температура газов ограничивает возможности использования прямоточного двигателя, именно она ставит предел достигаемой с его помощью скорости полета. Чтобы понять это, достаточно вспомнить, что сжатие воздуха связано с его нагревом. Очевидно, будет нагреваться и воздух, поступающий в прямоточный двигатель в полете, ибо этот воздух тоже сильно сжимается. Но характер такого нагрева оказывается действительно неожиданным: при скорости полета, вдвое превосходящей скорость звука, температура воздуха, поступающего в двигатель, составит примерно 250° , а при пятикратном превышении ее около 1500° ! Значит, в прямоточный двигатель будет втекать струя воздуха, раскаленного гораздо сильнее, чем газы, поступающие на лопатки турбореактивного двигателя!

Ясно, что стенки прямоточного двигателя не в состоянии выдержать такую температуру, даже если они будут изготовлены из очень высококачественного жаропрочного материала. Значит, чем больше скорость полета, тем ближе температура входящего в двигатель воз-

духа к максимально допустимой и тем меньше возможный подогрев воздуха за счет сжигания в нем топлива. Когда температура воздуха приближается к предельной, двигатель может развивать лишь ничтожную тягу: ведь чтобы тяга была большой, в двигателе должно каждую секунду сгорать много топлива.

Как показывают расчеты, применение прямоточного двигателя возможно лишь до скорости полета, примерно в 4—5 раз превышающей скорость звука, то есть до скорости около 6000 километров в час. Большие скорости уже недоступны для него.

Правда, наука ведет поиск и в этом направлении, пытаясь отодвинуть предельную скорость, при которой еще могут найти применение воздушно-реактивные двигатели. В последнее время такая возможность начинает вырисовываться, и, нужно признаться, она кажется на первый взгляд по меньшей мере неожиданной. Действительно, использовать воздушно-реактивный двигатель при еще больших, так называемых гиперзвуковых скоростях полета, например, 10 000 километров в час или даже больше, принципиально можно, но ценой отказа от... воздушно-реактивного двигателя!

Секрет этого парадокса прост: в двигатель превращается в этом случае... крыло самолета. На самом деле, известно, что на нижней поверхности крыла давление всегда относительно повышено. При гиперзвуковых скоростях полета давление и температура воздуха под крылом могут быть очень высокими, гораздо большими, например, чем в камере сгорания обычного прямоточного двигателя. Если впрыснуть в этот раскаленный и сжатый воздух топливо, то оно, естественно, воспламенится. Вот и основа идеи: непосредственно из крыла самолета через форсунки, расположенные в его обшивке, вниз под крыло брызжут струи топлива. Оно воспламеняется и горит, раскаленные газы отбрасываются назад так, что создают реактивную тягу, да, кстати, и подъемную силу, если нужно. Мало похоже такое «горящее крыло», интенсивно исследуемое в настоящее время за рубежом¹, на обычный прямоточный двигатель, но тем не менее это такой же полноправный двигатель, как и все другие. Таковы законы развития авиационной реактивной техники — двигатель все полнее сливается с самим самолетом, разделить их более нельзя.

Но и для подобных силовых установок существует предельно возможная скорость полета, связанная с температурными ограничениями. Еще большие скорости уже недоступны для воздушно-реактивных двигателей. Это — удел двигателей, не использующих атмосферный воздух, двигателей, способных работать на любых, самых больших высотах и вне атмосферы, в мировом пространстве.

Это — ракетные двигатели и прежде всего изобретенный К. Э. Циолковским жидкостный ракетный двигатель.

¹ Об этом сообщает, например, журнал «Спейскрафт», сентябрь 1963 г., и др.

ДВИГАТЕЛЬ-РЕКОРДИСТ

В этой главе рассказывается об изобретенном Циолковским жидкостном ракетном двигателе, об одержанных им замечательных победах, о его необычайной «прожорливости» и роли в авиации будущего.

Чтобы двигатель не нуждался в окружающем нас воздухе, сгорание топлива в нем должно происходить без атмосферного кислорода. Известны многие примеры подобного сгорания. Вот взлетела пороховая ракета, оставляющая за собой длинный дымовой след. Порох сгорает, как известно, без воздуха, он может гореть и в абсолютном вакууме, и под водой. Плесните крепкой азотной кислотой на пролитый анилин — произойдет воспламенение, в котором воздух также не принимает никакого участия.

Особенно интересен для нас последний пример, когда одна жидкость горит в другой. Это явление и лежит в основе работы жидкостного ракетного двигателя. Одна из жидкостей — горючее: например бензин, керосин, спирт. Другая жидкость — окислитель: азотная кислота, жидкий кислород и др. Химическая реакция между горючим и окислителем приводит к бурному газообразованию с выделением большого количества тепла. Когда такая реакция происходит в камере сгорания жидкостного ракетного двигателя при давлении в десятки атмосфер и температуре, достигающей до 3000 и более градусов, то через сопло вытекают раскаленные газы со скоростью 2,5—3 километра в секунду. Сила реакции вытекающих из двигателя газов, то есть реактивная тяга жидкостного ракетного двигателя, оказывается достаточной для полета со скоростью, недостижимой для двигателей любого другого типа.

Это объясняется тем, что жидкостный ракетный двигатель обладает рекордно малым удельным весом, то есть весом, приходящимся на килограмм тяги. С полным правом и его можно назвать «летающей топкой» — настолько он прост. Создание жидкостных ракетных двигателей большой тяги не представляет особых трудностей. Уже сейчас есть такие двигатели для дальних тяжелых ракет с тягой в несколько десятков и даже сотен тонн, развивающие при скорости полета 6—7 километров в секунду мощность во много миллионов лошадиных сил!

Неудивительно, что с помощью малогабаритных и мощных¹ жидкостных ракетных двигателей, способных работать на самых больших

¹ Огромная мощность при малом весе достигается в этих двигателях, конечно, нелегко — срок их жизни, или ресурс, оказывается очень ограниченным. Это — общий закон: за увеличение мощности и уменьшение веса приходится расплачиваться долговечностью.

высотах, в последнее время удалось достигнуть рекордных скоростей и высот полета самолетов. Такой же двигатель был установлен и на самолете, впервые превысившем скорость звука в горизонтальном полете.

По данным зарубежной печати, экспериментальный исследовательский самолет США, получивший обозначение «Х-15» и снабженный жидкостным ракетным двигателем тягой 25 850 килограммов, в 1962 году развил скорость 6693 километра в час и достиг максимальной высоты 95 936 метров¹. Эти результаты можно считать в настоящее время рекордными для самолета с человеком. В частности, они официально зарегистрированы Международной авиационной федерацией в качестве таких рекордов². Однако следует подчеркнуть, что абсолютные мировые рекорды скорости и высоты полета на самолете, зарегистрированные той же Федерацией, установлены советским летчиком Г. К. Мосоловым в 1962 году на самолете с турбореактивным двигателем. В одном полете он достиг скорости 2681 километр в час, в другом — высоты 34 714 метров. При выполнении рекордного скоростного полета в отдельных заходах скорость превышала 3000 километров в час.

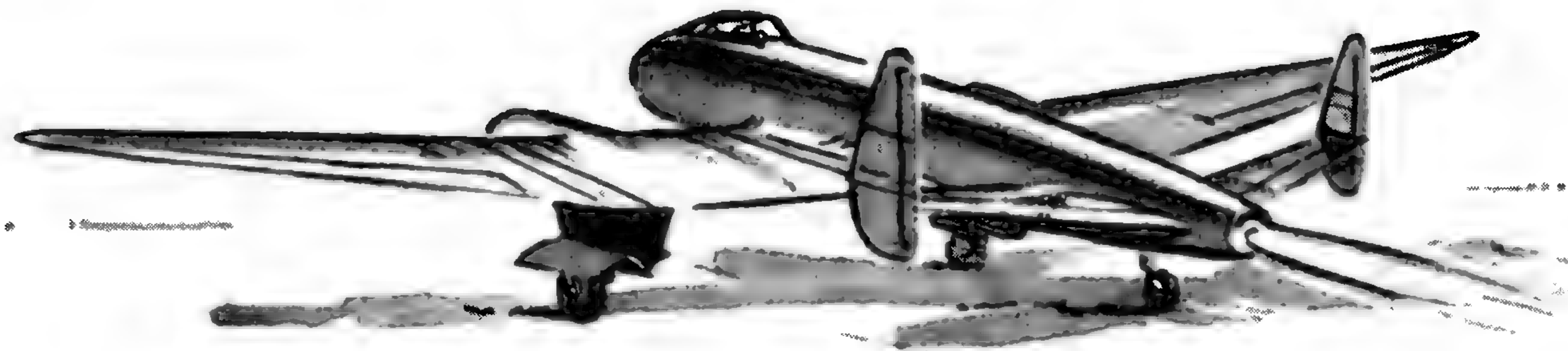
Регистрация сразу двух различных рекордов и существенная разница в достигнутых значениях высоты и скорости полета объясняется просто. Самолет «Х-15» совершал свои полеты не самостоятельно, а с помощью другого самолета, заносившего его на большую высоту. Только там на этой высоте самолет «Х-15» отделялся от самолета-носителя и переходил на самостоятельный полет. О том, как осуществляются подобные полеты, будет подробнее рассказано в конце этой главы.

Впереди — еще более высокие достижения ракетных самолетов. Об их возможности свидетельствуют полеты беспилотных летательных аппаратов с жидкостными ракетными двигателями — дальних и высотных ракет, управляемых снарядов и, в особенности, космических ракет. В этих полетах уже достигнуты значительно бóльшие высоты и скорости полета.

Правда, это достижения беспилотной авиации и ракетной техники. При полете человека возникают новые трудности: должна быть предусмотрена герметическая кабина для летчика, величина ускорений ограничивается допустимыми для человека инерционными перегрузками, ракета должна быть крылатой и др. Но эти трудности не принципиальны, и нет сомнений, что полет самолета с человеком со скоростью, во много раз превышающей скорость звука, на высотах в сотни километров — дело очень недалекого будущего. Разве об

¹ Об этом сообщают журналы «Флюгвельт» (январь 1963 г.) и др.

² Эта Федерация установила, что до высоты 100 километров все рекорды считаются авиационными, а выше — космическими. Поэтому высота полета более 107 километров, достигнутая самолетом «Х-15» в 1963 г. (об этом сообщено в журнале «Флайт» в январе 1964 г., и др.), является уже «космической».



Одна из первых в мире установок жидкостного ракетного двигателя на отечественном самолете (1943 г.).

этом не свидетельствуют со всей убедительностью замечательные полеты советских летчиков-космонавтов Ю. Гагарина, Г. Титова, А. Николаева, П. Поповича, В. Быковского и В. Николаевой-Терешковой на кораблях-спутниках «Восток»? Ведь в этих полетах была достигнута скорость порядка 28 000 километров в час, а высота более 300 километров.

Понятно, что подобные скорости полета только и возможны в космосе, вне пределов земной атмосферы с ее коварным «тепловым барьером». Конечно, корабль-спутник «Восток» не похож на привычный самолет и, в частности, не имеет крыльев и шасси; в нем иначе устроена герметическая кабина с ее системой регенерации воздуха и т. д. Однако это не меняет дела — полет человека с космической скоростью, о чем столько мечтали люди, уже совершен. Нет сомнений, что в будущем с подобными скоростями будут летать и пассажирские ракетопланы.

Однако и у жидкостного ракетного двигателя есть недостаток — он чрезвычайно неэкономичен при сравнительно небольших скоростях полета, близких к скорости звука. В этих условиях он расходует в 10—15 раз больше топлива на килограмм тяги, чем турбореактивные двигатели. Поэтому продолжительность полета самолета с жидкостным ракетным двигателем (когда он работает на полной тяге) не может превысить обычно 4—5 минут: за эти считанные минуты двигатель полностью расходует те несколько тонн топлива, которые можно разместить в самолете. Этим и объясняется, почему до сих пор жидкостные ракетные двигатели нашли весьма ограниченное применение в военной авиации. Они устанавливаются лишь на истребителях обороны или так называемых истребителях-перехватчиках, предназначенных для борьбы с бомбардировщиками. Только в этих случаях превосходство в скорости и высоте полета компенсирует крайне малую продолжительность полета. Используя полет с выключенным двигателем, можно увеличить эту продолжительность до десятков минут.

Более широкое применение на военных самолетах жидкостные ракетные двигатели получили в качестве вспомогательной силовой уста-

новки к турбореактивному или прямоточному двигателю. В этом случае жидкостный ракетный двигатель включается лишь на короткие промежутки времени — для ускорения взлета и набора высоты, в воздушном бою и т. д., что не связано со столь значительным перерасходом топлива. Особенно ценной оказывается эта «помощь» на больших высотах. Известно ведь, что тяга турбореактивного двигателя быстро уменьшается с высотой. Поэтому жидкостный ракетный двигатель, имеющий на земле вдвое, а иногда и втрое меньшую тягу, чем турбореактивный, на большой высоте разовьет уже в несколько раз большую тягу, так как она останется у него неизменной (или даже несколько возрастет), а тяга турбореактивного двигателя катастрофически упадет вместе с плотностью воздуха.

Очень важным оказывается иногда и то, что тяга ракетного двигателя не зависит от скорости полета. Ведь когда скорость уменьшается, тяга любого воздушно-реактивного двигателя обычно тоже падает, отчего самолет теряет маневренность. Установка турбореактивного двигателя совместно с ракетным, как это сделано на некоторых новейших истребителях, значительно повышает маневренность самолета, столь важную в военной авиации.

Для облегчения взлета и набора высоты вспомогательные жидкостные ракетные двигатели применяются и на тяжелых самолетах — бомбардировщиках, транспортных.

Но, как это ни парадоксально, тот же ракетный двигатель, способный работать на полной мощности считанные минуты, может обеспечить сверхдальний полет самолета подобно тому, как это случилось с космическими кораблями «Восток». Правда, такой самолет будет необычным. Необычным будет и его полет, напоминающий скорее полет ракеты.

Действительно, двигатель самолета будет работать только в самом начале полета, как двигатель ракеты на активном участке ее траектории. Потом, когда топливо будет выработано, самолет полетит, как снаряд. Оттого и полет этот, для которого крылья не нужны, называется баллистическим, как в артиллерии.

За короткое время летящий с огромной скоростью самолет заберется на высоту в сотни, а может, и тысячи километров — все зависит от полученной скорости. Оттуда, израсходовав кинетическую энергию, самолет станет падать на землю. Как видно, и здесь крылья все еще не нужны. Они могут и вовсе не понадобиться, если на самолете будет оставлен достаточный запас топлива и предусмотрен специальный двигатель для торможения, как это и было на кораблях «Восток». Иначе ведь самолет разрушится — расплавится, испарится из-за нагрева в плотной атмосфере.

Но можно попытаться обойтись и без специального двигателя и запасного топлива. Вот тут-то уже понадобятся крылья! С их помощью вслед за коротким и стремительным баллистическим прыжком в сотни и тысячи километров — прыжком в космос — самолет сможет совер-

шить планирующий полет в плотном воздухе нижних слоев атмосферы.

Заманчивая идея! Правда, осуществить ее куда труднее, чем предложить. Трудности, которые придется преодолеть, под стать размаху самой идеи. Вряд ли мы ошибемся, если предскажем не только экспериментальные, но и регулярные линейные полеты таких пассажирских самолетов через материки и океаны в авиации завтрашнего дня¹.

Большую службу несут жидкостные ракетные двигатели для исследования сверхзвукового полета. В авиации, как и в других отраслях техники, должны быть свои «разведчики», первыми проникающие в еще не исследованные, неизвестные области. Только их роль здесь, пожалуй, более ответственна и сложна. Вот такими «разведчиками» и являются экспериментальные, исследовательские самолеты с жидкостными ракетными двигателями.

Однако необычайная «прожорливость» этих двигателей осложняет их использование и на исследовательских самолетах. Дело в том, что полет с большой, сверхзвуковой скоростью возможен лишь на высотах 15—20 и более километров. Это объясняется двумя причинами. При полете на меньших высотах, в плотном воздухе, сопротивление, которое оказывает атмосфера летящему самолету, становится чрезмерным, что и требует очень мощных двигателей. С другой стороны — и это по крайней мере так же, если не более важно, — подобный полет связан с опасностью чрезмерного перегрева самолета в результате так называемого аэродинамического нагрева. Но как забраться на необходимую высоту? Ведь даже при исключительно большой скороподъемности самолетов с жидкостными ракетными двигателями они могут достигнуть нужной высоты, лишь израсходовав все имеющееся топливо!

Часто эта задача решается так, что жидкостный ракетный двигатель исследовательского самолета освобождается от обязанности поднимать самолет на «рабочую» высоту. Эта «черновая» работа возлагается на другой самолет, выполняющий в данном случае роль своеобразного сверхвысотного лифта. Исследовательский самолет устанавливается на тяжелом самолете-носителе — либо «на хребте», сверху, либо снизу, в бомбовом люке, — и освобождается от него уже только на большой высоте, где запускается жидкостный ракетный двигатель. Рекордные результаты по высоте и скорости полета, достигнутые самолетом «Х-15», о которых упоминалось выше, получены именно таким образом.

* * *

Так были одержаны первые победы над скоростью звука. Теперь уже можно с уверенностью ждать все более стремительного продвижения вперед, ко все большим скоростям полета. Используя военную тер-

¹ Подробнее об этом см. в главе XI.

минологию, можно сказать, что реактивная авиация прорвала укрепленную полосу — «звуковой барьер» — и вышла на оперативный простор сверхзвуковых скоростей полета.

Эта аналогия глубже, чем может казаться. После того как «звуковой барьер» преодолен, дальнейшая борьба за скорость значительно облегчается и, можно думать, будет развиваться гораздо успешнее.

Пока шел штурм «звукового барьера», даже незначительное увеличение скорости полета требовало существенного повышения тяги двигателя. Это был тяжелый штурм, трудное восхождение на почти отвесную вершину. Но вот «барьер» взят — и теперь даже сравнительно небольшое увеличение тяги сразу сказывается в значительном увеличении скорости полета. Сейчас идет увлекательная борьба за скорости в 2—3 тысячи и более километров в час.

Вот что значит выйти на простор сверхзвуковых скоростей полета!

Глава V

ДВИГАТЕЛИ-ГИБРИДЫ

Эта глава знакомит читателя с некоторыми новыми двигателями, представляющими разнообразные сочетания уже известных двигателей и обладающими замечательными свойствами, что позволяет думать об их почетном месте в авиации будущего.

Времена, когда единственным типом авиационного двигателя был поршневой, кажутся теперь младенческими годами авиации. Как взрослый человек иногда с сожалением вспоминает о своем детстве, когда не было никаких забот, пришедших вместе со зрелостью, так с некоторой грустью обращаются к этим временам иной раз конструкторы современных самолетов. Тогда не было нужды, как сейчас, выбирать из различных типов двигателей наиболее подходящий. А ведь двигатель каждого типа обладает своими особенностями, своими достоинствами и недостатками — как определить, какой из них лучший для проектируемого самолета?

Кроме того, тогда конструктор двигателя и конструктор самолета работали врозь, каждый сам по себе. Сделали новый двигатель — берите, ставьте на самолет. Теперь дело обстоит иначе. Новые, реактивные двигатели по самому характеру своей работы оказываются органически связанными с конструкцией самолета, на котором они установлены. И с каждым днем эта взаимозависимость усиливается.

Теперь, как правило, новый двигатель проектируется сразу под определенный самолет, а самолет — под двигатель. Да и как иначе, если иной раз обшивка самолета служит корпусом двигателя, а «нос» фюзеляжа — передней частью воздухозаборника!

Вот почему в нынешнее время ошибка в выборе двигателя и его увязке с самолетом оказывается подчас неисправимой. И самолет — результат большой, многолетней работы целого коллектива — устаревает, как говорят, на острие карандаша конструктора.

Неудивительно, что выбору наиболее подходящих двигателей, анализу наиболее выгодных областей их применения уделяется такое большое внимание. На эту тему написано немало научных работ, опубликовано немало статей. И все же, к сожалению, далеко не всегда удается получить определенное и четкое решение. Да, выбрать наиболее подходящий двигатель очень нелегко. И не только потому, что существует много различных конструкций. Чаще всего нельзя просто сказать — вот этот двигатель лучше. Этот оказывается лучшим в одних условиях полета, на одном режиме, а тот — на другом; один лучше по одним показателям, а другой — по другим. Но ведь устанавливать-то придется все-таки один! . .

Впрочем, почему один? Может быть, есть смысл установить сразу два или даже три? Этот путь, действительно, используется.

Существует немало самолетов с комбинированными силовыми установками. На одном вместе с турбореактивным двигателем установлен прямоточный, на другом с прямоточным — ракетный и т. д.

Но так ли уж это хорошо? Ведь когда работает один из двигателей, другой становится «мертвым» грузом. К тому же иной раз установленные на самолете двигатели работают на различных топливах, что сильно усложняет дело.

Вот если бы удалось сконструировать двигатель, который сочетал в себе достоинства двух, а может быть, и трех разных двигателей, не обладая в то же время их недостатками! Умеют же мичуринцы создавать новые сорта растений и породы животных, совмещая в них лучшие качества исходных форм? Неужели нельзя воспользоваться этим плодотворным методом и в нашем случае? Ведь, наверное, создать «двигатели-гибриды» проще, чем гибриды живые!

По этому пути начинают идти конструкторы. Правда, пока идут они еще робко, на ощупь, но, можно думать, впереди их ждут большие творческие удачи. И, значит, авиация сделает еще один шаг вперед.

По-разному можно представить себе двигатели-гибриды. Вот, например, один из них (кстати сказать, не только нашедший практическое применение в авиации, но и сделавший это с большим успехом) — знакомый уже нам турбореактивный двигатель с форсажной камерой (ведь форсажная камера — по существу, прямоточный двигатель). Правда, такой гибрид как бы составлен из двух разных двигателей. Спереди — турбореактивный, сзади — прямоточный. Какой-нибудь гибрид яблока, полученный по этому методу, с одного бока был бы, допустим, бумажным ранетом, с другого — антоновкой, а у грейпфрута одна половина была бы лимоном, а другая — апельсином. Не очень, как видно, совершенный метод гибридизации! Но даже такой, «упро-

щенный» гибрид двух двигателей оказался замечательным. Ведь именно он позволил впервые преодолеть «звуковой барьер», превысить скорость звука в горизонтальном полете.

Еще один двигатель-гибрид, тоже уже нашедший широкое применение в авиации, представляет собой как бы сочетание турбореактивного и турбовинтового двигателей. Если в турбореактивном двигателе вся тяга создается реактивной струей газов, а в турбовинтовом почти вся тяга — винтом (на долю струи в нем приходится очень небольшая часть тяги), то в их гибриде тяга распределяется примерно поровну между винтом и струей. Неудивительно, что и по своим свойствам гибрид оказывается промежуточным между обоими исходными двигателями.

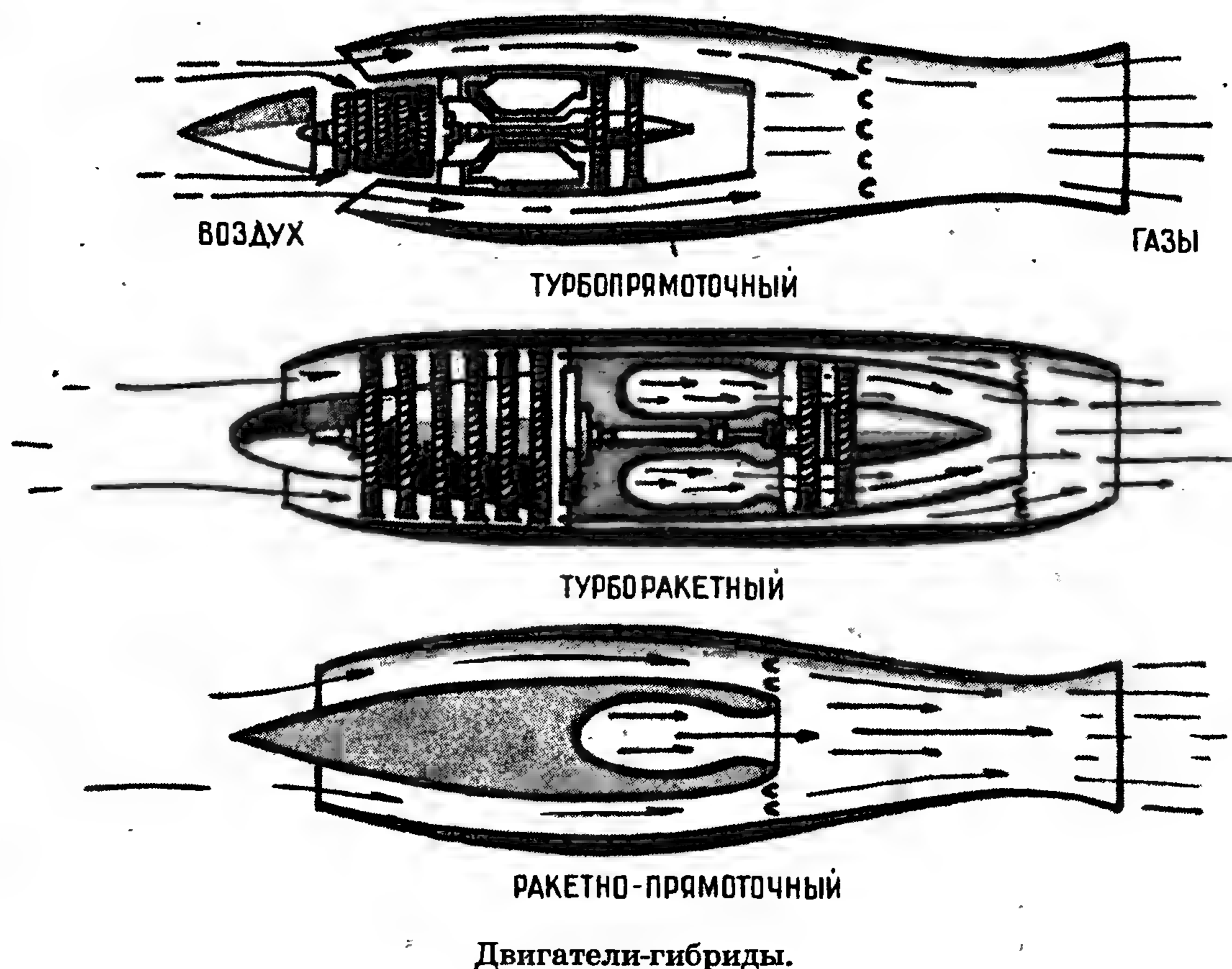
Чтобы получить такой гибрид, обычный турбореактивный двигатель как бы помещают внутрь канала, в котором вращается многолопастный воздушный винт небольшого диаметра или даже несколько таких винтов, установленных один за другим. Подобный винт правильнее назвать, пожалуй, высоконапорным вентилятором. Этот вентилятор приводится во вращение турбиной турбореактивного двигателя — обычно для этого за турбиной устанавливается еще одно специальное турбинное колесо. Холодный воздух, отбрасываемый назад вентилятором, создает реактивную тягу так же, как и горячая струя выхлопных газов двигателя.

Такие двигатели получили название турбовентиляторных, или двухконтурных. Легко видеть, о каких двух контурах тут идет речь, — это тракты, или каналы, по которым текут горячие газы и холодный воздух. Подобные гибридные двигатели обладают значительными преимуществами при больших дозвуковых скоростях полета, в этих случаях они расходуют меньше топлива, чем турбореактивные и турбовинтовые. А ведь эта область скоростей полета очень важна, с такими скоростями летают современные реактивные пассажирские самолеты. Поэтому турбовентиляторные двигатели и пользуются ныне большим успехом, в особенности в гражданской авиации. Они устанавливаются на ряде новых реактивных лайнеров, в частности, на отечественных самолетах «ТУ-124», летающих на трассах Аэрофлота.

Но уже созданные двигатели-гибриды далеко не исчерпывают всех имеющихся возможностей. Новые, более совершенные гибриды позволят шагнуть еще дальше по пути развития авиации.

Предложены различные конструкции двигателей-гибридов, которым, может быть, суждено стать двигателями авиации завтрашнего дня.

Первым таким двигателем может быть назван турбопрямоточный. Он представляет собой сочетание турбореактивного и прямоточного двигателей. Но ведь мы уже знаем такой гибрид — это турбореактивный двигатель с форсажной камерой. Правда, подобное сочетание, как было отмечено, носит несколько «кустарный» характер. А ведь можно органически слить оба двигателя! Так это и сделано в турбопрямоточ-



ном двигателе. В нем турбореактивный двигатель расположен в центральном теле сверхзвукового прямоточного двигателя, для которого такое тело необходимо. По существу, выходит, что турбопрямоточный двигатель представляет собой турбореактивный, помещенный в окружающий его воздушный канал. . .

Мы уже знаем, что в турбореактивном двигателе газы, поступающие на лопатки турбины, приходится сильно охлаждать с помощью свежего воздуха. Но от этого катастрофически снижается тяга, без которой невозможен сверхскоростной полет.

А нельзя ли сделать так, чтобы газы, выходящие из камеры сгорания, служили только для создания тяги и вытекали бы с большой скоростью из двигателя, минуя турбину? При этом не будет необходимости охлаждать их, скорость истечения намного повысится — следовательно, увеличится и драгоценная тяга двигателя. Но что же тогда будет с турбиной? Как заставить ее вращаться и развивать мощность, нужную для компрессора двигателя? Ведь эта мощность поистине огромна: в некоторых двигателях она превосходит 50 тысяч лошадиных сил!

Но, может быть, такие газы для вращения турбины можно получить с помощью ракетного двигателя, не нуждающегося, как известно, в атмосферном воздухе? Установить для этого простой и легкий

жидкостный ракетный двигатель перед турбиной, подобрать топливо так, чтобы продукты сгорания имели как раз ту температуру, которая нужна для турбины, — и задача решена.

Такой двигатель, названный турборакетным, будет обладать рядом достоинств своих «родителей» — турбореактивного и ракетного. В частности, мощность его турбины не снижается с высотой, как у турбореактивного двигателя, то есть он становится высотным, как и ракетный. Турборакетный двигатель окажется очень эффективным для скоростных самолетов.

И, наконец, последний пример.

Хорошо известна основная слабость прямоточного двигателя. Несравненный по своим качествам при полете с большими сверхзвуковыми скоростями, он оказывается совершенно беспомощным при взлете и малых скоростях полета. Самолет с прямоточным двигателем должен иметь еще один двигатель — для взлета. Обычно для этой цели устанавливается либо турбореактивный, либо ракетный двигатель.

Но, может быть, создание нового двигателя, сочетающего в себе свойства прямоточного и ракетного, позволило бы достигнуть лучших результатов? Так родилась идея еще одного двигателя-гибрида — ракетно-прямоточного. В этом двигателе, похожем на обычный сверхзвуковой прямоточный, в центральном теле установлен жидкостный ракетный двигатель. Ракетный двигатель работает на взлете и на очень больших высотах, где тяга прямоточного двигателя из-за малой плотности атмосферного воздуха очень низка. Но на ряде режимов работают оба двигателя. При этом показатели у «гибрида» лучше, чем у исходных двигателей в отдельности. Ракетно-прямоточный двигатель может быть использован для самолетов с очень большой скоростью и высотой полета.

Конечно, кроме перечисленных, есть и другие двигатели-гибриды. Но еще больше существует возможностей для их создания. Кто знает, какой из них станет двигателем будущего. . .

Глава VI

«ЭКЗОТИЧЕСКИЕ» ТОПЛИВА И «ЭКЗОТИЧЕСКИЕ» ДВИГАТЕЛИ

Из этой главы читатель узнает о новых топливах для авиационных двигателей и о новых, необычных двигателях со столь же необычными свойствами.

Реактивная техника уже предоставила в распоряжение авиации двигатели различного типа. Некоторые из них способны развивать те огромные тяги, без которых невозможен сверхзвуковой полет со все возрастающей скоростью.

Большая тяга — главное требование к современному авиационному двигателю. Главное, но не единственное. На самом деле, нужен ли, допустим, авиационный двигатель, развивающий колоссальную тягу и поэтому способный за короткое время разогнать самолет до большой скорости, но поглощающий за это же короткое время все топливо, запасенное на самолете? Расчеты и опыт показывают, правда, что и с помощью такого двигателя можно совершить дальний полет¹. Поэтому не должна быть исключена вероятность использования и такого полета, при котором двигатель работает лишь короткое время, а затем самолет совершает на огромных высотах баллистический полет с возможным последующим планированием в нижних слоях атмосферы. Однако это потребовало бы полной перестройки авиационной техники, а в пассажирской авиации, например, где значительные инерционные перегрузки недопустимы, вызвало бы серьезные трудности.

Поэтому авиацию больше интересует двигатель, не просто позволяющий достигнуть огромных скоростей полета, но и обеспечивающий достаточную длительность такого сверхскоростного полета.

Но как уменьшить необычайную прожорливость реактивных двигателей?

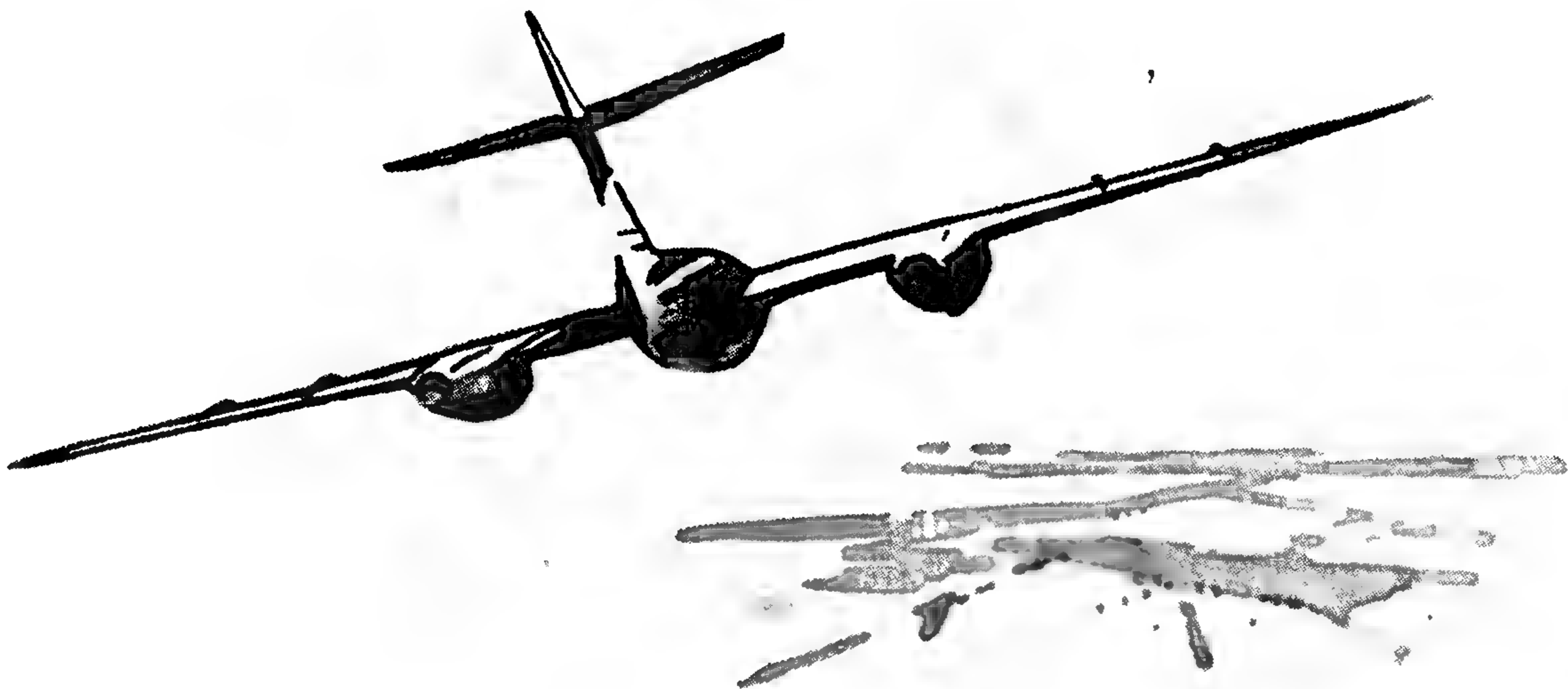
Двигатели для сверхскоростного полета развивают колоссальную тягу, чтобы преодолеть сопротивление воздуха. Понятно, что увеличенная тяга означает и увеличенное потребление топлива. В самом деле, если допустить, что турбореактивный двигатель расходует килограмм топлива в час на каждый килограмм развиваемой им тяги, то при тяге 1000 килограммов он будет расходовать тонну топлива за час полета, а при тяге 50 тысяч килограммов, очевидно, 50 тонн в час.

Сократить расход топлива можно двумя путями: уменьшив величину тяги, необходимой для совершения полета с данной скоростью, и уменьшив часовой расход топлива на каждый килограмм тяги (его называют удельным расходом).

Само собой разумеется, что уменьшение тяги, необходимой для совершения полета, зависит и от двигателя — чем меньше его вес и размеры, тем меньшим будет сопротивление самолета. Это делает ясным главное направление развития современных двигателей — они должны иметь малый вес и малый «лоб», то есть малую лобовую поверхность. Основная задача здесь решается конструктором самолета — аэродинамические качества его машины должны быть высокосоввершенными. Однако этим путем значительного снижения тяги, потребной для полета, не получить.

Желанной цели можно достигнуть, только увеличивая высоту полета. На высоте 25—30 и более километров плотность воздуха так мала, что и аэродинамическое сопротивление, пропорциональное этой плотности, тоже становится очень малым. Но, значит, настолько же уменьшается и потребная тяга двигателя. Вот почему скоростная ави-

¹ См. главу IV «Двигатель-рекордист».



Аэродинамические свойства реактивных самолетов должны быть высоко-
совершенными (двухдвигательный военный самолет конструкции
А. С. Яковлева).

авиация сегодняшнего, а тем более завтрашнего дня, — это авиация в.
сотная. Чем выше — тем быстрее.

Однако ведь далеко не всегда целесообразен полет на больших вы-
сотах. А кроме того, сам набор высоты, происходящий на меньшей ско-
рости, требует затраты значительного количества топлива. Поэтому
было бы целесообразно создать такой двигатель, который развивал бы
тягу, потребную для полета на сравнительно малых высотах со скоро-
стью, в 2—3 раза превосходящей скорость звука, и расходовал мало
топлива.

Для решения этой задачи остается, очевидно, один путь — повыше-
ние экономичности двигателей, уменьшение удельного расхода топли-
ва. Как хорошо было бы, например, если бы двигатели сверхзвуко-
вого полета будущего расходовали раза в два меньше топлива на ки-
лограмм тяги, чем современные турбореактивные двигатели, то есть
примерно по 0,5 килограмма в час! Но, увы, в действительности, как
мы знаем, дело обстоит как раз наоборот: по мере роста скорости по-
лета удельный расход топлива не только не снижается, а наоборот,
сильно возрастает. Значит, и этот путь не приводит к цели.

Где же выход? Или задача вообще неразрешима?

Решая ее, авиационная наука и техника ищут новые, более совер-
шенные топлива. Понятно, что от вида топлива зависит очень многое.
Если топливо содержит больше энергии, выделяющейся при сгорании
в двигателе, то, очевидно, и тяга двигателя будет больше. Но важна не
только эта полезная энергия, или, как говорят, теплотворность — ка-
лорийность — топлива. Теория и опыт подсказывают, что для увеличе-
ния скорости истечения газов из двигателя и, соответственно, его тяги

молекулярный вес продуктов сгорания должен быть возможно меньшим¹.

Какие же возможности улучшения топлив указывает химия?

Авиация всегда работала и работает на углеводородных топливах, получаемых из нефти. В век авиации поршневой это был бензин, теперь — главным образом керосин. А можно ли из нефти получить лучшие топлива?

Следует прямо сказать, что радикального улучшения топлива этим путем добиться нельзя. Чтобы решить задачу, нужно основательно «перетряхнуть» всю периодическую систему элементов Менделеева. Наиболее подходящими могут оказаться топлива на базе совершенно необычных, на первый взгляд, химических элементов. Вот такие-то «экзотические» топлива и исследуются в настоящее время.

Первые результаты оказываются довольно обнадеживающими. Некоторые из наиболее перспективных топлив будущего позволят существенно увеличить продолжительность и, следовательно, дальность полета. Кстати сказать, некоторые из таких «экзотоплив» значительно улучшают также сгорание на большой высоте. Понятно, что для успешного применения этих топлив придется решить немало задач, например удешевить их производство, устранить ядовитость некоторых из них, коррозионное воздействие на металлы других и т. д. Но можно не сомневаться, что в авиации завтрашнего дня «экзотоплива» займут почетное место.

Особенно интересны среди них так называемые свободные радикалы. Это — электрически нейтральные частицы, обломки молекул, обладающие большой химической энергией, которая выделяется при воссоединении их снова в молекулы. Радикалами являются и атомы элементов, обычно существующих в виде молекул, например атомы водорода, кислорода, азота. Когда молекула водорода расщепляется на атомы, то на это затрачивается большая энергия, чаще всего — электрическая (такое расщепление осуществляется обычно в электрическом разряде). Стоит атомам снова образовать молекулу водорода, как та же энергия выделяется уже в виде тепла. Если подобное воссоединение (или, как говорят, рекомбинация) молекул произойдет в камере сгорания двигателя, то из него наружу через сопло будет вытекать струя водорода с огромной скоростью, в несколько раз большей, чем у обычных топлив.

Но увы, использовать это «экзотопливо» очень непросто. Все радикалы обычно так стремительно рекомбинируют, что их сохранение в «нетленном» виде практически невозможно. Только в самое последнее время появились основанные на ряде удачных опытов надежды,

¹ Действительно, химическая энергия топлива переходит в кинетическую энергию вытекающих газов, и при том же значении этой кинетической энергии скорость вытекающих из двигателя частиц будет тем больше, чем меньше их масса, — ведь кинетическая энергия равна произведению массы на квадрат скорости, деленному пополам.

что удастся сохранять свободные радикалы, в том числе и атомы водорода, замораживая их почти до абсолютного нуля.

Практически это, конечно, осуществить трудно, но возможно. А это главное. Можно думать, что свободные радикалы, в частности атомарные топлива, займут почетное место среди «экзотоплив» будущего.

Однако и эти топлива не решают все же задачи увеличения продолжительности полета. А между тем современная наука и техника знают, как решить эту проблему. Знают, потому что известно и уже применяется топливо, теплотворность которого не просто больше, чем у современных топлив, но больше в миллионы раз. Ну, конечно, речь идет о ядерном горючем, об атомной энергии!

Атомный двигатель в авиации смог бы произвести настоящую революцию, вторую после появления реактивных двигателей. Возможности авиации выросли бы неизмеримо. Самое главное, стал бы возможным сколь угодно длительный сверхзвуковой полет, тогда как сейчас в авиации существует своеобразное «золотое правило рычага». Оно гласит, что чем быстрее осуществляется полет, тем менее продолжительным он является.

Атомный двигатель снимет это ограничение, выведя авиацию из того заколдованного круга, в котором она находится. Неудивительно, что работа над созданием атомного авиационного двигателя так настойчиво ведется в ряде стран. Нет сомнений, что он будет создан и займет подобающее ему место в авиации завтрашнего дня.

Как же может выглядеть атомный авиационный двигатель?

Пожалуй, прежде всего напрашивается устройство атомного реактивного двигателя, получившего название «псевдоракеты». Действительно, что могло бы быть проще атомного двигателя, из которого наружу вытекали бы осколки ядер, образующиеся при распаде ядерного горючего — урана или плутония! «Псевдоракетным» он называется потому, что в действительности такой двигатель создать нельзя. Этому препятствует ряд трудностей, но решающей является одна: «псевдоракета» сколько-нибудь значительной тяги могла бы существовать лишь ничтожные доли секунды, так как она практически мгновенно... испарилась бы. Это легко объяснимо: чтобы тяга была большой, из двигателя должно вытекать наружу каждую секунду много продуктов атомного распада. Но ведь один грамм ядерного горючего соответствует почти двум тоннам керосина или бензина. Значит, в таком двигателе выделялось бы огромное количество тепла, соответствующее сгоранию колоссальных количеств бензина. Неудивительно, что двигатель испарится.

Выходит, что «псевдоракета» может существовать лишь при очень малых тягах. Но нужен ли такой двигатель? В условиях атмосферы, конечно, не нужен — он не сможет обеспечить полет самолета.

Другое дело — на огромных высотах, где воздуха нет, а еще лучше — на таких расстояниях от Земли, где ее притяжение уже почти не сказывается. Вот в таких условиях и длительная малая тяга может

оказаться полезной. Что же, в астронавтике и этот случай может иметь место.

Авиацию же может заинтересовать только атомный двигатель большой тяги и мощности. Такие двигатели тоже могут быть созданы. Но в этом случае атомная энергия должна быть неизбежно превращена сначала в энергию тепловую, а уж это тепло будет нагревать рабочее тело двигателя. Так что атомный реактор (или атомный котел, как его еще называют) просто займет место камеры сгорания обычного двигателя. По такой схеме могут быть созданы атомные двигатели турбореактивные, турбовинтовые, прямоточные и другие. Некоторые из этих двигателей, вероятнее всего вначале турбовинтовые, а может быть и турбореактивные, и будут созданы в первую очередь. Над их созданием трудятся многочисленные конструкторские коллективы в разных странах. Например, по данным иностранной печати, в США уже работал первый атомный турбореактивный двигатель и уже летал первый самолет с атомным реактором на борту. Как видно, не за горами и день первого полета первого атомного самолета.

Конечно, подобный самолет будет обладать не одними только достоинствами. Так в технике не бывает. И недостатки атомного самолета будут нешуточными. Главные из них связаны с опасным для человека радиоактивным излучением работающего реактора. Специальная «биологическая» защита от этого излучения в виде экранов и оболочек из разных материалов должна весить десятки тонн. Поэтому атомный самолет должен быть огромной машиной весом не менее 100—150 тонн. Но ведь подобным взлетным весом самолета авиацию уже не удивишь!

Особенно страшной оказывается угроза аварии атомного самолета при посадке. Вредные радиоактивные вещества, накапливающиеся в реакторе при его работе, могут в этом случае рассеяться по большой площади, сделав ее неприступной для людей. Такая катастрофа будет напоминать последствия от взрыва атомной бомбы. Вот почему вряд ли атомные самолеты найдут применение в гражданской авиации, по крайней мере первое время, пока не будет устранена эта ужасная опасность¹.

Конечно, термоядерный двигатель, если б удалось его создать, имел бы замечательные перспективы применения в авиации. В нем, как известно, должен был бы происходить не цепной процесс распада атома урана или плутония, а процесс синтеза, слияния атомов водорода или его тяжелых изотопов — дейтерия и трития — с образованием атомов гелия или лития. Мало того что при таком процессе выделяется раз в 7—10 больше атомной энергии, чем при распаде атомов. Термоядерный авиационный двигатель мог бы обладать и другими замечательными преимуществами. . .

¹ Об этом говорится, например, в журнале «Эс Эй И Джорнел», 1957 г. Подробнее о перспективах атомной авиации см. в главе IX.

Мог бы... Но в настоящее время неясно даже принципиально, можно ли осуществить управляемую термоядерную реакцию, приручить «водородного зверя», как в свое время был приручен «зверь атомный». Ведь в водородной бомбе сначала происходит взрыв обычной атомной бомбы, а потом уже начинает идти термоядерный процесс. Без этого «атомного запала» ничего не выходит — нужны такие температуры и давления, которые только в атомном взрыве и существуют. Не взрывать же атомную бомбу в термоядерном двигателе! . .

Но действительно ли только при атомном взрыве существуют необходимые для «поджигания» термоядерной реакции температуры в миллионы градусов?

Исследования в области осуществления управляемых термоядерных реакций, настойчиво ведущиеся в последние годы советскими и зарубежными учеными, позволяют уже сейчас уверенно дать отрицательный ответ на этот решающий вопрос. В проведенных многочисленных опытах удавалось путем совместного воздействия электрического разряда и магнитного поля на разреженный газ превращать этот газ в так называемую плазму с температурой во многие миллионы градусов. И при этом (настоящее чудо!) стенки сосуда с газом вовсе не испарялись — раскаленный плазменный шнур отжимался от них в центр сосуда.

В 1963 году советским ученым удалось в большой степени справиться и с главной трудностью, которая возникает при подобных опытах, — феноменальной неустойчивостью плазменного шнура. Обычно полученную с таким трудом плазму удавалось удерживать вдали от стенок сосуда не более стотысячных долей секунды. Использование магнитной «бутыли» особой формы позволило группе советских ученых во главе с академиком Л. А. Арцимовичем удерживать плазму с температурой 40 миллионов градусов в течение сотых долей секунды¹. Решающий успех!²

Открывают ли эти опыты путь к созданию термоядерного двигателя? Пожалуй, теперь уже можно с уверенностью сказать, что да. И все-таки это только самое начало. Впереди труднейшие препятствия. Мы еще не знаем точно, будет ли термоядерный двигатель установлен на самолетах. Но мы твердо верим в могучую силу науки.

Исчерпывается ли атомными двигателями семейство «экзотических» авиационных двигателей? Вовсе нет. Так, в последнее время стал особенно повышаться интерес к «экзотическим» двигателям другого типа — так называемым электрическим ракетным двигателям. Несмотря на свою молодость, эти двигатели привлекают к себе большое внимание ученых; уже существует много разновидностей подобных двигателей.

¹ Газета «Правда», 24 апреля 1963 г.

² В 1964 г. в Институте ядерной физики Сибирского отделения АН СССР была получена плазма с температурой более 100 миллионов градусов (газета «Правда», 23 июля 1964 г.).

Одним из важнейших типов электрических ракетных двигателей являются так называемые ионные двигатели. Главное принципиальное отличие ионных, как, впрочем, и других электрических ракетных двигателей, от обычных заключается в том, что в них совсем по-иному осуществляется истечение рабочего вещества из двигателя. Если из обычных ракетных двигателей газы вытекают наружу, потому что внутри них создается давление намного большее, чем в окружающей атмосфере, то в ионных двигателях такого повышенного давления нет.

Какие же силы заставляют в этом случае частицы газа в реактивной струе с большой скоростью вытекать из двигателя наружу? Эти силы — электрические.

Хорошо известно из курса физики, что одинаково заряженные электрические частицы отталкиваются друг от друга, а противоположно заряженные притягиваются. Это — так называемые электростатические, или кулоновы, силы. Они играют большую роль в технике. В частности, например, на использовании этих сил основаны некоторые виды «ядерной артиллерии», с помощью которой ученые бомбардируют атомные ядра, изучая их строение и действующие внутри ядер силы. Электрические силы воздействуют в этом случае на частицы, имеющие электрический заряд, например отрицательно заряженные электроны или положительно заряженные протоны (ядра атомов водорода) или альфа-частицы (ядра атомов гелия). В результате такого воздействия частицы разгоняются до огромных скоростей, иногда близких к максимально возможной в природе — скорости света в вакууме. Таким образом, эти частицы и превращаются в удобные «снаряды» для атомной бомбардировки.

Мысль использовать электрические силы для реактивных двигателей потому, собственно говоря, и приходит в голову, что с их помощью легко достигнуть больших скоростей истечения, совершенно не достижимых в обычных двигателях.

Но как использовать электрические силы для ускорения молекул газов, вытекающих из двигателя через сопло? Ведь эти молекулы не имеют заряда, они нейтральны, а на такие частицы электрические силы практически не действуют.

Однако нельзя ли сообщить молекулам электрический заряд какого-нибудь знака? Оказывается, можно. И в некоторых случаях достаточно легко. Такой процесс не только известен, но и широко используется в технике. Этот процесс электризации молекул носит название ионизации, и соответственно этому заряженные молекулы называются ионами. Вот почему, в частности, верхние слои земной атмосферы, состоящие в основном из электрически заряженных частиц воздуха, называют ионосферой.

Чтобы ионизировать молекулу, достаточно, например, оторвать от нее один из электронов ее электронной оболочки. Тогда молекула окажется заряженной положительно. Особенно просто это сделать в том

случае, если один из электронов на электронной оболочке слабо связан с ядром атома, как это бывает в атомах металлов. Можно дважды, трижды и т. д. ионизировать молекулу, лишая ее электронную оболочку двух, трех и т. д. электронов (как известно, в недрах звезд ядра атомов вовсе лишены электронов).

Вот почему обязательным элементом ионного двигателя является так называемая ионизационная камера, в которой из молекул рождаются ионы. Для этого достаточно, например, пропускать молекулы через раскаленную металлическую сетку; слабо связанные с ядром атома электроны не выдерживают увеличивающихся из-за нагрева колебаний и отрываются от молекулы.

Остальное уже просто. Раз есть ионы, то их нетрудно разогнать до больших скоростей с помощью электростатических сил. Можно воспользоваться, в частности, каким-нибудь ускорителем, вроде применяющихся в лабораториях ядерной физики, хотя здесь потребуются несравненно меньшие скорости. А можно просто пропустить ионы через конденсатор, пластины которого несут противоположный заряд. Если сделать такие пластины в виде сеток или установить их под углом друг к другу, то конденсатор будет испускать поток заряженных частиц большой скорости. Чтобы сам двигатель при этом не заряжался электричеством противоположного знака, оторванные от молекул электроны нужно тоже выбросить наружу с помощью такого же устройства.

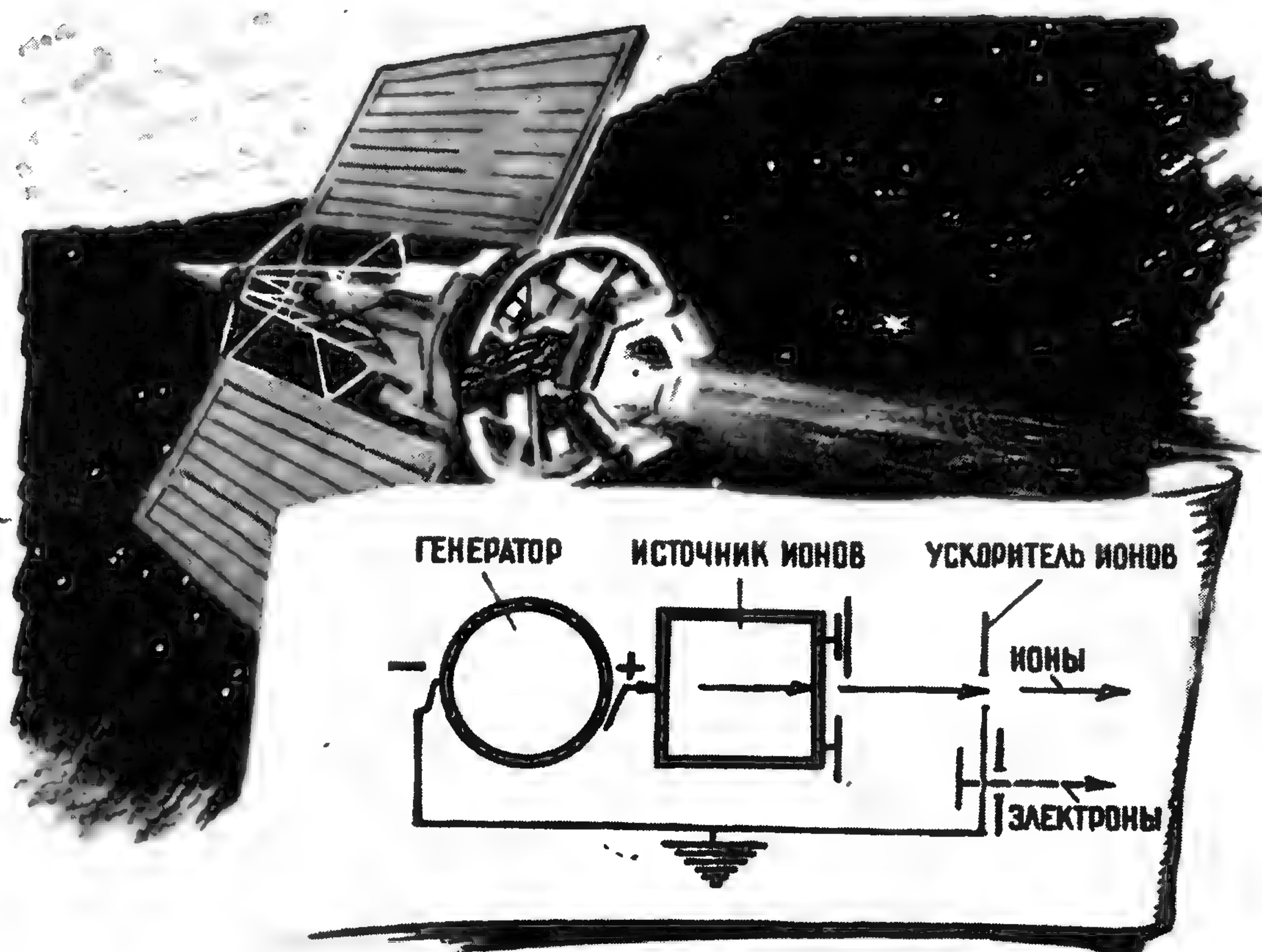
Теория и опыт показывают, что в ионном двигателе нетрудно достигнуть скорости истечения 100 километров в секунду и даже более. Это в десятки и сотни раз больше, чем в обычных «химических» ракетных двигателях. Соответственно больше, естественно, и тяга, развиваемая каждым килограммом вытекающих частиц (ими могут быть, например, ионы металлов цезия или рубидия).

Может быть, ионному ракетному двигателю и суждено стать авиационным двигателем завтрашнего дня?

Нет, дело обстоит не так просто. Прежде всего возникает вопрос об источнике электрического тока, необходимом для такого двигателя. Не устанавливая же на самолете электростанцию обычного типа... Очень подходящим был бы атомный двигатель, в особенности с непосредственным преобразованием ядерной энергии в электрическую, но такого двигателя еще нет. А потом, как показывает расчет, ионный двигатель способен развивать лишь сравнительно небольшую тягу, так как количество вытекающих из него частиц при практически осуществимой мощности может быть относительно малым.

Вот почему ионные двигатели найдут себе, вероятно, применение в такой новой области авиации, какой является астронавтика. Для космических кораблей, совершающих полеты в поле слабого тяготения, то есть вдалеке от планет, ионный двигатель может оказаться очень выгодным. Впрочем, не исключено его применение в сочетании с другими двигателями и для сверхвысотной авиации.

Ионный двигатель далеко не единственный тип электроракетного двигателя, который может быть с успехом использован для этих целей. Наряду с ионными ученые разных стран исследуют в настоящее время и другие типы электрических ракетных двигателей, в которых обеспечивается гораздо более высокая скорость истечения, чем в самых совершенных обычных, то есть химических ракетных двигателях.



Так может быть устроен ионный ракетный двигатель.

Одним из таких перспективных электрических ракетных двигателей является так называемый электротермический или, как его иногда называют, электродуговой двигатель. Идея этого двигателя заключается в том, что с помощью электрического тока можно нагреть рабочее вещество двигателя, которым в этом случае может быть любой газ или жидкость, до значительно более высокой температуры, чем при сгорании топлива. Всем известно, что в обыкновенной электрической дуге развиваются весьма высокие температуры — до 5—6 тысяч градусов. Именно поэтому электрическая дуга используется для сварки или резки металлов. С помощью ряда специальных методов эта температура может быть повышена до 10—15 тысяч градусов и даже более. Естественно, что газ столь высокой температуры будет вытекать

из двигателя с неизмеримо большей скоростью, чем из обычного ракетного двигателя ¹.

Другой весьма перспективный тип электроракетного двигателя тоже имеет дело с газом очень высокой температуры, так называемой плазмой. Но здесь уже нагрев газа служит не только для того, чтобы повысить скорость вытекающего из двигателя рабочего вещества, но и главным образом для другого. Плазма характеризуется тем, что она, в отличие от холодного газа, электропроводна, ибо в ней в большом числе имеются свободные электрические заряды, как положительные, так и отрицательные (в среднем же плазма остается электрически нейтральной). Вот эти-то электрические свойства плазмы и используются в двигателе, который и называется плазменным, или же электромагнитным. Воздействуя на плазму с помощью электромагнитных полей, ее можно заставить течь с очень большой скоростью, что и требуется.

Электроракетные двигатели различных типов намного превосходят обычные ракетные двигатели, работающие на химическом топливе, в отношении скорости истечения из них рабочего вещества. Между тем величина скорости истечения является, пожалуй, наиболее важным критерием совершенства ракетного двигателя, в особенности в астронавтике. Ведь чем больше скорость истечения, тем больше и полезный груз, который может унести на себе космическая ракета. Ясно, как это важно для астронавтики.

Превосходство электрических ракетных двигателей (во многие десятки и сотни раз!) в отношении скорости истечения объясняется тем, что в таких двигателях рабочее вещество уже не является более источником энергии, как в обычных химических двигателях. Но за это преимущество приходится и дорого платить. Источник электрической энергии на борту ракеты должен быть очень мощным, а так как создать его нелегко, то приходится разрабатывать двигатели ничтожно малой тяги. Вот почему при тяге современных мощных ракетных двигателей в сотни тонн электроракетные двигатели будущего будут развивать тягу, измеряемую... граммами. Но и при столь малой тяге эти двигатели, как и «псевдоракета», о которой говорилось выше, будут способны обеспечить значительную выгоду при дальних космических полетах.

Интересно, что и средняя скорость полета электроракеты тоже может сравняться и даже превзойти скорость полета обычных ракет (об этом будет подробно рассказано в последней главе книги). Но только электрические ракетные двигатели должны работать не минуты, как обычные двигатели, а в течение многих дней, недель и месяцев. Можно не сомневаться, что в астронавтике будущего электроракетные

¹ Об этом и других электроракетных двигателях рассказано в научно-популярной книге К. А. Гильзина «Электрические межпланетные корабли», издательство «Наука», 1964 г.

двигатели займут почетное место, хотя, очевидно, при взлете с Земли не смогут заменить обычных ракетных двигателей большой тяги.

Космическим полетам с помощью электрических ракетных двигателей посвящена последняя, XX глава книги. Не случайно рассказ об электрических межпланетных кораблях завершает книгу — будущее астронавтики в большой мере связано именно с такими кораблями.

Но если иметь в виду сверхдальние космические полеты, полеты к звездам, то здесь мечты астронавтов связаны не с электрическими, а с еще несравненно более «экзотичными» реактивными двигателями. Их обычно называют фотонными, или квантовыми.

Фотоны — это частицы, кванты света, так что фотонный двигатель можно назвать и световым. Но что значит — световой ракетный двигатель? На первый взгляд, какое-то бессмысленное сочетание слов. . . Неужели в нем реактивная тяга создается излучаемым светом?

Да, именно так. То, что падающий солнечный свет оказывает давление, было доказано блестящим экспериментом известного русского физика П. Н. Лебедева еще в 1899 году. Правда, это совершенно ничтожное давление. Но все же оно существует. И если давят падающие лучи, то по известному закону Ньютона о равенстве действия и противодействия должны давить и испускаемые лучи.

Вот и основа для реактивного движения — достаточно установить на тележке прожектор и включить его, чтобы тележка поехала в сторону, противоположную лучу прожектора, под действием реакции световых лучей!

Но, конечно, такая тележка никуда не поедет. Ничтожная сила реакции лучей не в состоянии сдвинуть тележку с места. Однако давление света зависит от его интенсивности, от количества излучаемой световой энергии. Может быть, если установить прожектор колоссальной силы, тележка тронется с места?

Увы, нет. Если свет испускается какой-либо нагретой металлической поверхностью, как, например, в обычных электрических лампах, то для того чтобы сдвинуть тележку с места, температура излучающей поверхности должна составлять многие миллионы градусов. Но тогда прожектор мгновенно испарится!

Значит, невозможна «световая» ракета?

При настоящем уровне развития техники она, пожалуй, действительно нереальна. Правда, и сейчас можно было бы осуществить движение под действием светового ракетного двигателя, но только в таких условиях, где для движения достаточны даже ничтожные силы. Эти условия существуют, например, в мировом пространстве, вдали от массивных небесных тел, то есть в слабых полях тяготения. Но даже и там ускорение движения с помощью такой световой ракеты было бы столь малым, что она практически не имела бы смысла.

В будущем положение может измениться, причем радикальным образом — световая ракета, вероятно, станет основным двигателем «дальней» астронавтики.



Принципиальная схема фотонного ракетного двигателя.

уж этот луч сможет перемещать даже большой космический корабль со значительным ускорением в слабом поле тяготения.

Но почему же астронавтика связывает особые надежды именно с фотонной ракетой, почему ей, этой ракете, уготована особая роль в будущем?

Вряд ли возможно теперь описать конструкцию фотонной ракеты будущего. Но можно указать теоретические основы подобной ракеты.

Уже сейчас физике известны экспериментальные факты полного перехода вещества в свет, теоретически предвиденного задолго до этого великим Эйнштейном.

Так, например, когда две частицы вещества — электрон и позитрон — сталкиваются между собой, то они исчезают. Конечно, это не «исчезновение» материи, а переход ее из одного вида в другой. Вещество исчезает, но зато появляется... свет, испускаются два мощных фотона.

Наука считает принципиально возможным осуществить этот процесс — аннигиляцию — и для других, более массивных частиц вещества. Но тогда и количество света будет неизмеримо большим. Поэтому можно представить себе двигатель, в котором будет происходить интенсивный процесс превращения вещества в свет.

Такой «сверхатомный» двигатель будет испускать световой луч колоссальной, невиданной силы. Вот

Все объясняется просто: только в данном случае полностью используются энергетические возможности вещества. Ведь даже в существующих атомных установках в энергию переходит менее одной тысячной доли ядерного горючего. Фотонная ракета будет, следовательно, расходовать в 1000 раз меньше «топлива», чем атомная установка. Уж меньше, чем в фотонной ракете, расходовать «топлива» просто невозможно.

Расчет показывает, что только полное, до конца исчерпывающее возможности атомной энергии, ее использование в астронавтике позволит осуществить столь невероятно трудное начинание, как полет к другим звездным мирам. Только фотонная ракета способна унести на себе значительный груз к звездам. Во всех других случаях даже атомные ракеты должны иметь на борту для подобного «сверхдальнего» полета в миллионы раз больше «топлива», чем весит полезный груз.

Значит, такой полет практически невозможен.

Но если уж говорить о далеких перспективах авиации и астронавтики, заглянуть значительно дальше, чем в ее завтрашний день, то стоит, пожалуй, упомянуть о еще более заманчивой и «экзотической» возможности.

Вся история авиации и воздухоплавания, вся стремительно складывающаяся на наших глазах история астронавтики — это история борьбы с силой тяжести.

А нельзя ли вместо ожесточенной борьбы с тяжестью заключить с ней дружественный союз? Может быть, даже удастся научиться управлять этой могучей силой природы? Но что это значит — союз с тяжестью, управление ею? Не пустые ли это сочетания слов? Позволяет ли наука вдохнуть в них живой и реальный смысл?

В последнее время эти вопросы привлекают к себе пристальное внимание ученых ряда стран. Правда, падкая на сенсации пресса, в частности в США, уже шумит-гудит о «невесомых» самолетах и межпланетных кораблях. Однако эти сенсационные домыслы нужно тщательно отделить от научных фактов.

К сожалению, пока еще совсем не ясно, можно ли решить эту задачу, и тем более, как ее решить. Наука пока еще не сумела проникнуть в тайну тяготения. Есть лишь разные гипотезы. Может быть, какая-нибудь из них и близка к истине — пока это проверить нельзя. Но материалистическая наука утверждает, что тяготение нельзя рассматривать в отрыве от других свойств материи. Это значит, что мыслим взаимный переход тяготения в другие формы существования материи. Когда эти возможности будут открыты и изучены, тогда, и только тогда, откроется возможность управлять тяготением. Для этого, следовательно, нужны исходные фундаментальные научные открытия. Дело пока еще за ними.

Но нет сомнения, что они будут сделаны, наука не терпит тайн и недомолвок. Штурм этой загадки природы уже ведется. Возможно,

уже сейчас в лаборатории какого-нибудь ученого намечается решение увлекательной задачи. . .

И когда появится эта новая область науки — будет ли это «электрогравитика», как ее любят называть некоторые скороспелые прогнозисты, или какая-нибудь иная — только тогда все разговоры о союзе с тяжестью приобретут твердую научную основу. И только тогда «антигравитационные» двигатели самолетов и космических кораблей сделают их истинными властителями воздушного пространства. Впрочем, не только это. Управление тяжестью революционизирует всю технику, промышленность, строительство. Претерпит кардинальные изменения вся материальная культура.

Так будущее авиации еще теснее сплетается с судьбами человечества.

В НЕБЕ БУДУЩЕГО

Глава VII

ОТ «ЗВУКОВОГО» К «ТЕПЛОВОМУ БАРЬЕРУ»

В этой главе рассказывается о том, какое грозное и неожиданное препятствие возникает при дальнейшем увеличении скорости полета.

С какой скоростью будут летать самолеты завтрашнего дня? 2000, 5000 или, может быть, 50 000 километров в час?

Чтобы летать со все большей скоростью, нужны все более мощные двигатели. Пока не появился турбореактивный двигатель, способный развивать при меньшем весе намного бóльшую тягу, чем поршневой двигатель с винтом, авиации был не под силу «звуковой барьер». Теперь же авиация вышла на простор сверхзвуковых скоростей. Принципиально стали возможными сколь угодно большие скорости полета.

Значит, дело только во времени и, раньше или позже, наступит час, когда самолеты будут летать со скоростью 5000 километров в час. Ну, пусть не завтра и даже не послезавтра, но будут. А может быть, можно сразу совершить скачок с 2000 до 20 000 или 50 000 километров в час?

На этот вопрос, пожалуй, следовало бы ответить: и да и нет. «Да» — потому, что уже сейчас можно создать реактивный двигатель, который позволит развить такую скорость. «Нет» — потому, что такую скорость все же развить не удастся. Этому мешает обстоятельство, становящееся сейчас важнейшим препятствием на пути развития авиации.

Совсем недавно казалось: стоит преодолеть «звуковой барьер» — и дальше все должно пойти как по маслу. Но не тут-то было. Только-только взят «барьер звуковой», как на пути авиации уже возникает новый «барьер», неизмеримо более трудный, перед которым старый, «звуковой» кажется детской забавой.

Но ведь это значит, что силы авиации возросли и продолжают быстро расти. И теперь можно мечтать о победе над новым «барьером», куда более трудным.

Новый «барьер» на пути развития авиации, как и звуковой, связан со свойствами воздуха.

Наверное, большинству читателей приходилось накачивать велосипедную камеру или волейбольный мяч. И каждый при этом замечал, что насос начинает нагреваться. Тот его конец, к которому прикрепляется резиновый шланг, со временем становится очень горячим, причем нагревание особенно велико в тех случаях, когда человек не ленится и качает энергично.

Откуда появляется это тепло?

Очевидно, в тепло переходит работа, которую мы затрачиваем при накачивании, то есть при сжатии воздуха. Когда мы работаем энергичнее, то и тепла выделяется больше. Так здесь проявляется закон сохранения энергии.

И во всех других случаях, когда происходит быстрое сжатие воздуха, он нагревается. Вот почему, между прочим, воздушные компрессоры, которые подают сжатый воздух, обязательно должны иметь какое-нибудь охлаждение.

Своеобразным насосом или компрессором оказывается и быстролетающий самолет — он сжимает находящийся впереди него воздух. Сопротивление воздуха быстродвижущемуся предмету проявляется в том, что на передней поверхности этого предмета давление становится повышенным, большим, чем сзади. Разность давлений и приводит к появлению силы, которая ощущается как сопротивление встречного потока. Если, например, измерить давление воздуха у ветрового стекла быстродвижущегося автомобиля, то оно окажется большим, чем окружающее атмосферное давление. Это приращение давления называют динамическим давлением, или скоростным напором.

Такое повышение давления может быть и полезным и вредным. Лобовое сопротивление, которое оказывает воздух быстродвижущемуся автомобилю и, в особенности, самолету, вредно. Но тот же скоростной напор движет парусные суда, вращает крылья ветросиловых установок, позволяет создать прямоточный воздушно-реактивный двигатель и т. д.

Вред, связанный со скоростным напором, то есть со сжатием воздуха, резко остановленного в своем беге, заторможенного, не ограничивается повышением давления. Мы уже знаем, что это увеличение давления неизбежно связано и с повышением температуры воздуха (вспомните велосипедный насос).

Действительно, точное измерение температуры воздуха перед ветровым стеклом быстродвижущегося автомобиля показало бы, что эта температура тоже чуть выше, чем у окружающего воздуха. Правда, при тех скоростях, с которыми передвигаются автомобили, повышение температуры воздуха за счет торможения встречного потока состав-

ляет доли градуса. Но все же это повышение существует, и оно может быть измерено. Если оно невелико, то только потому, что и сжатие тоже мало.

Мы знаем, однако, случаи, когда давление воздуха в результате действия скоростного напора может повыситься в десятки и даже сотни раз. Таково именно сжатие встречного потока самолетом при сверхзвуковой скорости. Значит, и повышение температуры воздуха при этом тоже должно быть гораздо большим.

Действительно, если внезапно затормозить воздушный поток, движущийся вдвое быстрее, чем звук в воздухе, то его температура увеличится на 230° , а при скорости в 10 раз большей скорости звука это увеличение составит почти 5800° !

Измерения показывают, что это действительно так. Передняя кромка крыла самолета все время как бы рассекает поток раскаленного воздуха. Если не принять специальных мер, то она быстро расплавится.

Но ведь известно, что металл хорошо проводит тепло. Значит, передние части крыла, соприкасающиеся с горячим воздухом, будут быстро отдавать тепло другим частям крыла, расположенным сзади, где торможения нет и крыло обдувается холодным воздухом.

Увы, это не так. Воздух оказывается более «коварным», чем хотелось бы. Он сообщает тепло всем частям быстролетящего самолета, а не только передним. Весь самолет оказывается окруженным оболочкой, рубашкой раскаленного воздуха. Самолет, летящий с высокой скоростью, нигде не встречается с холодным окружающим воздухом.

Но если спереди воздух нагревается из-за сжатия при его торможении, то отчего он нагревается сзади, где торможения и, значит, сжатия нет?

Здесь придется рассказать еще об одном свойстве воздуха — его вязкости.

Мы знаем так называемые вязкие жидкости — густой вар, мед, смолу. В отличие от воды или керосина эти жидкости тягучи, текут медленно, их частицы как бы связаны друг с другом. Так и есть на самом деле — именно межмолекулярные силы сцепления делают такие жидкости вязкими.

Но воздух? Разве воздух похож на смолу?

Да, похож.

Конечно, силы связи между частицами воздуха неизмеримо меньше, чем в смоле, но они все же есть. И бывают случаи, когда они обнаруживают себя сильнее, заметнее. Таким случаем и является полет скоростного самолета.

Когда в воздухе движется какое-нибудь тело, оно уносит с собой частицы воздуха, непосредственно прилегающие к его поверхности. Эти частицы как бы прилипают к поверхности тела и остаются неподвижными относительно нее.

Ну, а следующий слой воздуха, соседний с этим первым, будет об-

ладать полной скоростью потока, то есть той скоростью, с которой движется тело? И все остальные слои воздуха тоже? Тогда скольжение воздушных слоев будет происходить только непосредственно у самой поверхности тела, там где самый первый, неподвижный слой соседствует со следующим, обладающим полной скоростью потока?

Да, дело обстоит бы именно так, если бы воздух не обладал вязкостью, если бы между частицами воздуха не существовало сил сцепления, которых мы обычно не замечаем. В действительности же частицы тончайшего слоя воздуха, непосредственно прилегающего к слою «прилипшему», застывшему на поверхности движущегося тела, будут притягиваться к частицам этого неподвижного слоя. Поэтому они не смогут двигаться с прежней скоростью, то есть с полной скоростью потока относительно тела. Их скорость будет значительно меньше.

Но то же самое произойдет и с частицами следующего слоя, прилегающего уже не к неподвижному, а к соседнему с ним слою, движущемуся с малой скоростью. Понятно, что скорость частиц этого второго слоя будет уже несколько больше.

Так от слоя к слою будет расти скорость частиц воздуха, пока на некотором расстоянии от поверхности тела она не станет практически равной скорости так называемого свободного потока относительно тела, или, что все равно, скорости самого движущегося тела. В отличие от этого свободного потока, прилегающие к поверхности слои воздуха называют пограничным слоем.

Легко видеть, какое огромное влияние оказывают свойства пограничного слоя на характер движения тела. По существу, изучение пограничного слоя — главное в аэродинамике.

В частности, например, особый интерес в последнее время вызывает проблема управления пограничным слоем на крыле самолета. С помощью специальных щелей можно изменять свойства пограничного слоя на поверхности крыла, если через эти щели подавать изнутри воздух под давлением или, наоборот, отсасывать воздух из пограничного слоя внутрь крыла. Управление пограничным слоем, проблеме которого сейчас решают ученые, намного улучшит летные характеристики самолета и, несомненно, найдет широкое применение в авиации будущего¹.

Но нас сейчас интересует другое. Если в пограничном слое скорость движения частиц воздуха уменьшается из-за силы вязкости, значит, их кинетическая энергия уменьшается, как и при простом торможении. Куда же она девается? Ведь исчезнуть энергия не может? Нет. Она переходит в тепло, точно так же, например, как переходит в тепло работа трения твердых тел.

Значит, вся поверхность быстро движущегося тела оказывается окруженной раскаленным воздухом. Правда, температура задней кромки крыла будет несколько меньше, чем передней. Ведь спереди воздух

¹ Подробнее об этом см. главу XV.

останавливается, тормозится полностью, а сзади его скорость лишь постепенно уменьшается до нуля. Но все же спасительной отдачи воздуху тепла от задней поверхности крыла не происходит.

Так рост скорости полета выдвигает перед авиацией поистине грозную перспективу: оказывается, скоростной полет должен неизбежно протекать в раскаленном воздухе. Пусть на улице мороз в 60 или даже больше градусов, каким он бывает на высоте 10—11 километров, — самолет, летящий со сверхзвуковой скоростью, будет находиться как бы в раскаленной печи. И чем больше скорость полета, тем выше температура в этой печи.

Но разве может самолет совершить такой полет хоть сколько-нибудь длительный? Металлы, из которых он построен, расплавятся или даже испарятся; а ведь им достаточно только потерять свою прочность, что всегда бывает при нагреве, чтобы самолет рассыпался в воздухе. Летчик в кабине такого самолета неминуемо погибнет от жары. Все оборудование самолета — электрическое, радио, электронное, гидравлическое — выйдет из строя. Топливо воспламенится, резина сгорит, различные рабочие жидкости испарятся. Да и как тут не вспомнить о судьбе мириад небесных камней, с огромной, космической скоростью врывающихся в земную атмосферу и сгорающих, испаряющихся в ней, — «падающих звезд»!

А ведь судьбу метеоритов разделило уже немало их искусственных собратьев — высотных ракет и искусственных спутников Земли. Они закончили свой жизненный путь в плотных слоях атмосферы, врываясь в нее с огромной скоростью на обратном пути из космоса. Земной поверхности достигали в этих случаях только отдельные оплавленные обломки, немые свидетели полыхавшего в небе пламени. Багровое пламя, лизавшее стенки кораблей-спутников «Восток», видели их космические капитаны, когда направляли свои корабли на посадку. Это пламя все-таки появлялось, хотя предварительно скорость кораблей была намного уменьшена с помощью тормозных двигателей. Скорость полета самолетов неумолимо и быстро приближается к этой роковой черте. В рекордных полетах самолета «Х-15», о которых говорилось выше¹, температура обшивки достигала 760°!

Так на пути развития авиации возникает новый и, судя по всему, страшный «барьер», получивший название «теплого». Но этот новый барьер имеет одно принципиальное отличие от старого, звукового. «Звуковой барьер» действительно напоминает барьер тем, что связан с узкой зоной скоростей полета: перешагни через эту опасную полосу — и барьер позади.

Новый «барьер» гораздо хуже. Это скорее не барьер, а огромная гора, круто поднимающаяся в небо, и чем дальше (то есть чем больше скорость полета) — тем круче, так что и конца ей нет.

Как же преодолеть «тепловой барьер»? Какие пути решения этой

¹ По сообщению журнала «Интеравиа эр леттер», № 5036, 1962 г.

сложнейшей задачи видит авиационная наука, какие средства она для этого предлагает?

Существует одно радикальное средство — высота полета. Чем выше, тем больше допустимая скорость.

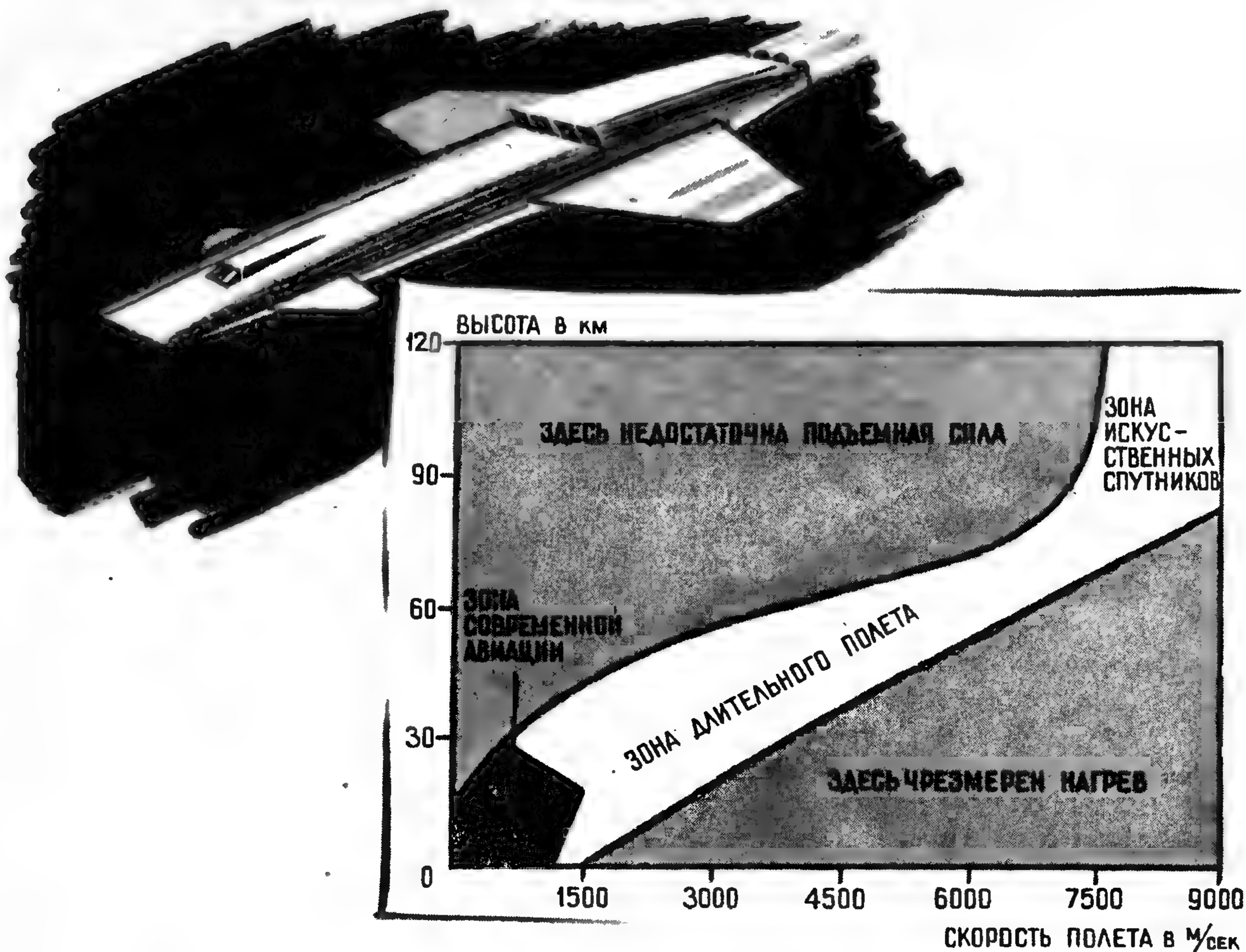
Легко понять, почему это так. Тепло, сообщаемое воздухом поверхности быстролетящего самолета, представляет собой, по существу, как уже говорилось выше, кинетическую энергию мириадом частиц воздуха, тормозящихся у этой поверхности. Но ведь если число этих частиц действительно огромно у земли, в плотной атмосфере, то с высотой оно быстро уменьшается. Поэтому уменьшается и тепло, сообщаемое самолету в результате аэродинамического нагрева. Дело не меняется даже от того, что на больших высотах скорость беспорядочного, так называемого теплового движения каждой частицы оказывается очень большой, то есть температура воздуха — очень высокой, достигающей сотен и даже тысяч градусов. Если бы воздух при такой температуре был к тому же и плотным, то на этих высотах стал бы невозможен не только скоростной, но и вообще любой полет. Эта «огненная завеса» заставила бы надолго, если не навсегда, распрощаться с идеей межпланетного полета.

К счастью, дело обстоит иначе. Воздух на больших высотах крайне разрежен. Число частиц воздуха там так мало (оговоримся — не абсолютное число; даже на высотах 100—150 километров в 1 кубическом сантиметре все еще находятся сотни миллиардов молекул воздуха), что они могут сообщить поверхности самолета лишь ничтожное количество тепла. В то же время поверхность самолета излучает в этих условиях много тепла. Поэтому там, на большой высоте, «теплового барьера» не существует. Выше примерно 80—100 километров практически уже нет ограничения в скорости полета.

Понятно теперь, почему максимально допустимая скорость полета зависит от высоты — чем выше, тем она больше. Только на большой высоте можно летать со скоростью, значительно превышающей скорость звука. Но, к сожалению, на большой высоте не только можно, но и нужно летать быстро: при недостаточно высокой скорости горизонтальный полет становится невозможным, потому что не создается необходимой подъемной силы. Поэтому полет самолетов будущего может происходить лишь в определенной, узкой полосе высоты и скорости — ее так и называют обычно «коридором». Авиация борется за расширение «коридора» — в первую очередь это касается преодоления «теплового барьера».

Полет в «коридоре» возможен с любой скоростью, была бы только достигнута нужная высота. Но увеличение высоты полета далеко не всегда применимо. Ведь это требует огромных расходов топлива и затрат времени. А иногда и вообще высотный полет не может быть использован, например для ряда военных самолетов.

Авиация настойчиво ищет иных путей преодоления «теплового барьера». Пусть не полного, пусть барьер будет только отодвинут



«Коридор» длительного полета самолетов.

в область еще бóльших скоростей полета — одно это было бы серьезной победой. А такие «невидимые» победы авиация одерживает сейчас изо дня в день.

Обычные металлы, из которых строятся самолеты — легкие и прочные сплавы алюминия и магния, — теряют свою прочность при нагреве примерно до 200° . Это ограничивает уже сейчас рост скорости полета. Значит, надо искать другие конструкционные материалы, сохраняющие прочность при более высоких температурах. Разумеется, они должны быть и достаточно легкими.

Какие же новые жаропрочные материалы исследуют сегодня авиаконструкторы вместе с металлургами, чтобы сделать их основными конструкционными материалами авиации завтрашнего дня? Конечно, на первом месте стоит здесь титан и его сплавы. Не зря титан называют металлом будущего. Он всего примерно в полтора раза тяжелее алюминия, но зато сохраняет прочность до температуры $500\text{—}600^{\circ}$, что отодвигает «тепловой барьер» примерно с 2 тысяч километров в час до 3—4 тысяч.

Уже сейчас титан находит все большее применение в авиации, и не только для изготовления частей самолета, но и его двигателя. С наступлением «теплового барьера» воздух, проходящий по компрессору двигателя, приобретает температуру, достигающую и даже превышающую температуру газов перед турбиной современных турбореактивных двигателей. Нечего сказать, хороша «холодная» сторона двигателя, как обычно называют теперь переднюю его часть в отличие от «горячей», задней! Вот почему лопатки первых ступеней компрессора теперь все чаще изготавливают не из алюминия, а из титана. Задние же ступени имеют зачастую лопатки из жаропрочной нержавеющей стали.

Но титан — не единственный перспективный материал для авиации будущего. Несомненный интерес представляют собой и сплавы бериллия, лития, молибдена и др. Можно думать, что будут найдены и другие жаропрочные и легкие металлические сплавы.

Большое внимание привлекают керамические материалы, известные своей жароупорностью. К сожалению, они не обладают нужной прочностью и особенно плохо противостоят ударам. Плохо также выдерживают они и резкие изменения температур, обычные для двигателей. Но существуют большие возможности различных сочетаний жароупорной керамики с жаропрочным металлом. Многие из этих сочетаний настойчиво изучаются в настоящее время и, несомненно, найдут применение в будущем как в двигателях, так и для изготовления частей самолетов.

Конечно, нужно искать не только новые жаропрочные материалы. В самолете и его двигателе применяется значительное количество различных материалов, не идущих на изготовление их основных частей, но тем не менее играющих важную роль. Таковы, например, резины, обеспечивающие уплотнение механизмов и нужную во многих случаях упругость, изоляция электрических проводников, шланги и многочисленные другие детали из резин и пластмасс, специальные жидкости для гидросистем и многое другое. Понятно, что и они должны сохранять надежность и все свои замечательные свойства в условиях «теплового барьера». Это требует настоящей революции в производстве таких материалов. Новые сорта жароупорных пластмасс, стеклоткань, металлизированный графит, замечательные кремниевые резины — силиконы и множество других новых веществ, рождающихся сейчас в лабораториях ученых, станут рядовыми в авиации будущего. Без них «теплового барьера» не преодолеть.

Изменится и топливо, на котором работает двигатель. Новые топлива не только не должны воспламеняться в баках из-за нагрева в полете, но и сильно испаряться в условиях скоростного полета¹. Они

¹ Правда, обычно топливные баки изолируют от атмосферы, создавая в них повышенное давление. При этом увеличение испаряемости топлива приводит к увеличению этого давления и, следовательно, веса баков.

должны быть очень калорийными, чтобы обеспечить дальний полет, должны устойчиво гореть при полете в разреженной атмосфере — на больших высотах.

Найти новые материалы, способные отодвинуть «тепловой барьер», — это еще полдела. Перед авиацией стоят и другие не менее важные задачи.

Стоит упомянуть, например, о разработке новых методов конструирования самолета. До сих пор практически все части самолета имели примерно одинаковую температуру. Теперь, в условиях «теплового барьера», положение изменится. Как только самолет полетит с большой, «тепловой» скоростью, температура его обшивки быстро повысится. Какое-то время внутренние части конструкции будут оставаться по-прежнему холодными, но затем снаружи внутрь потечет тепло. До тех пор, пока не установится одинаковая температура во всех частях самолета, будет существовать этот тепловой поток. Но такой неравномерный нагрев очень вреден для конструкции. Отдельные ее части начнут коробиться, изгибаться, трескаться. Самолет может из-за этого рассыпаться в воздухе. Очевидно, наука о прочности самолетов, совершившая за последние годы чудеса и сумевшая значительно облегчить самолет, должна сделать еще один важнейший шаг вперед. Она должна указать конструктору, как построить самолет, способный выдержать большие разности температур, и как их уменьшить.

Не менее серьезные задачи возникают и перед аэродинамиками. Нужно научиться точно рассчитывать аэродинамический нагрев быстролетящего самолета, определять температуру поверхности в любой точке. Для этого надо детально исследовать процессы, происходящие в пограничном слое. В частности, теплопередача в условиях полета в разреженной атмосфере с большой скоростью подчиняется иным законам, чем при полете в обычном, плотном воздухе. Необходимо также уточнить роль излучения тепла нагретым крылом в окружающую атмосферу. Некоторые данные позволяют считать, что такое излучение при его умелом использовании сможет значительно снизить температуру поверхности крыла и этим существенно отодвинуть «тепловой барьер».

Нужно найти и наивыгоднейшие формы самолета, чтобы уменьшить аэродинамический нагрев. Так, оказывается, что эти формы вовсе не всегда соответствуют минимальному лобовому сопротивлению. В частности, острая передняя кромка крыла, напоминающая лезвие ножа и характерная для современных сверхзвуковых самолетов, должна будет, вероятно, снова уступить место закругленной, овальной кромке. Сопротивление при этом возрастет, но зато температура крыла будет ниже¹.

Не менее важны задачи создания самолетного оборудования, работоспособного в условиях «теплового барьера». Ведь в современной

¹ Об этом сообщает, например, журнал «Эроплейн», 1959 г.

авиации роль вспомогательного оборудования стала исключительно большой. Все эти многочисленные устройства навигационного оборудования, электро-, радио- и радарного оборудования и многие другие жизненно важны для самолета, без них невозможен полет. А между тем они очень чувствительны к своей рабочей температуре и выходят из строя при ее чрезмерном повышении. И здесь, очевидно, работа должна вестись в двух направлениях: во-первых, нужны исследования в области создания «жароупорного» оборудования, способного работать при повышенных температурах (эти трудные исследования настойчиво ведутся в ряде стран), и, во-вторых, разработка охлаждения оборудования в полете.

Но если для приборов и агрегатов возможны два варианта решения задачи, то, к сожалению, только один путь остается, когда речь заходит о летчике, экипаже самолета. Работоспособность экипажа самолета должна быть обеспечена созданием наиболее благоприятной для человека температуры. Так возникает проблема создания «искусственного климата» в кабине самолета.

Эта проблема не представляет чего-нибудь принципиально нового для техники. Довольно давно применяются, например, установки для создания «искусственного климата» в зданиях — театрах, гостиницах, магазинах, жилых домах. Применяются эти установки — они называются установками кондиционирования воздуха — и в железнодорожных пассажирских вагонах и даже в автомобилях. Но задача авиационных установок подобного рода оказывается неизмеримо сложнее.

Наиболее широкое распространение в авиации получили установки кондиционирования, в которых воздух охлаждается при расширении в специальной турбине. В кабину самолета, изолированную от окружающей атмосферы, он поступает обычно из компрессора двигателя. Практически на всех высотах давление воздуха за компрессором еще достаточно для этого велико — ведь компрессор сжимает воздух раз в десять, а то и больше. Но и температура за компрессором при таком сжатии тоже сильно повышается и достигает 350—500°. Для охлаждения воздух из компрессора сначала пропускают по трубкам теплообменника, снаружи которых течет атмосферный воздух. А затем охлажденный воздух поступает в крохотную воздушную турбинку, вращающуюся со скоростью 100 тысяч и даже более оборотов в минуту. При расширении в турбинке давление воздуха снижается, тем самым снижается и его температура, так как турбинка совершает полезную работу, — ее мощность чаще всего расходуется на вращение вентилятора, который гонит атмосферный воздух через упомянутый выше теплообменник, улучшая этим предварительное охлаждение кабинного воздуха.

Теперь остается подать охлажденный до нужной температуры воздух в кабину самолета, предварительно увлажнив или осушив его, чтобы и влажность воздуха в кабине была тоже «комфортной». Не-

чего говорить, что нормальным должно быть и давление воздуха в кабине вне зависимости от высоты полета. Конечно, все эти процессы осуществляются автоматически, ими управляют довольно сложные регуляторы.

Установки для охлаждения с помощью воздушной турбинки — турбохолодильники — получаются очень компактными, легкими и вместе с тем способными поддерживать охлаждение воздуха в кабине огромного многоместного самолета, — так велика их «холодопроизводительность». Но, увы, они не пригодны для авиации завтрашнего дня. Ведь атмосферный воздух, которому передает свое тепло воздух, идущий из компрессора в кабину, при больших скоростях полета приобретает столь высокую температуру, что способен лишь нагреть кабинный воздух.

Вот почему сейчас интенсивно исследуются другие возможности кондиционирования воздуха. Так, например, бесспорные перспективы имеют установки с «теплоносителями» — хладоагентами, которые испаряются и при этом отводят тепло от кабинного воздуха. Именно такие системы нашли наиболее широкое применение для комнатных и различных других стационарных холодильников. В них испаряется аммиак, фреон или другой хладоагент — и при этом охлаждается воздух в камере холодильника. Правда, для авиации придется подобрать такой хладоагент, который был бы пригоден при высоких температурах «теплового барьера». Ученые создают и исследуют десятки, сотни различных веществ, стремясь найти наилучший хладоагент для авиации будущего.

Если полет кратковременный, то хорошие результаты можно получить, используя так называемую испарительную систему охлаждения. В этом случае кабинный воздух отдает свое тепло (до расширения в турбохолодильнике) какой-нибудь жидкости, свободно испаряющейся в атмосферу. Конечно, жидкость безвозвратно теряется, но если полет с большой скоростью не очень продолжителен, то это не так уж страшно.

Трудно даже перечислить все направления, по которым ведется в настоящее время штурм, точнее — подготовка к штурму «теплового барьера». Тут и теплоизоляция самолета слоями специального материала; и охлаждение обшивки самолета методом «выпотевания» (обшивка делается пористой, и через нее выдавливается охлаждающая жидкость, испаряющаяся на поверхности); и такая защита поверхности, когда на нее заранее в наиболее опасных местах наносятся слои вещества, которое «погибнет» само — расплавится или даже, может быть, испарится, — но зато спасет жизненно важные части самолета.

Проблемы охлаждения «сверхзвуковых самолетов» еще ждут своего решения. И это решение будет найдено.

«Тепловой барьер» под натиском науки и техники будет непрерывно отступать...

Глава VIII

ДОРОГА В БУДУЩЕЕ

Из этой главы читатель узнает о том, как создается сегодня авиационная техника завтрашнего дня, как в лабораториях и на экспериментальных станциях испытываются самолеты и двигатели будущего, какие труднейшие задачи приходится при этом решать.

Летчик, испытывающий самолет, вручает свою жизнь людям, создавшим новую машину.

Но не одно это делает движение авиации вперед таким специфичным, особым, не похожим на развитие других отраслей науки и техники.

Вот произошла катастрофа экспериментального самолета. Погиб летчик, погиб самолет. Что случилось там, в небе? В чем порок, как его устранить?

Хорошо, если летчик спасся, выбросившись на парашюте. А если это беспилотный самолет, ракета или управляемый снаряд? Кто расскажет, в чем причина неудачи?

И даже это еще, пожалуй, не самое существенное. Разве может конструктор самолета или беспилотной ракеты передать их на испытания, не будучи твердо уверенным в успехе? Но на чем должна быть основана эта уверенность? На опыте прошлого? Но в авиации новое всегда так сильно отличается от старого. На предвидениях теории? Но в науке так много недомолвок, в особенности если это наука авиационная, стремительно развивающаяся.

Конечно, имеющийся опыт и теория — основа, на которой строит свою уверенность конструктор. Но одной этой основы явно недостаточно. Решающей должна быть проверка экспериментом. Все, что можно, проверить заранее — вот девиз авиации, залог успеха ее развития. Эта проверка, экспериментальная «доводка» не только сохранит жизни, она сэкономит уйму времени и средств, а часто и вообще предопределит судьбу всего дела. Именно в лабораториях научно-исследовательских институтов и опытно-конструкторских бюро, а потом на опытных аэродромах и полигонах прокладывается дорога в будущее авиации. Здесь куется та «сила разума», о которой говорил отец русской авиации Н. Е. Жуковский.

Но ошибется тот, кто представит себе эксперимент проходящим в тиши научной лаборатории, за столом неторопливого ученого, собирающего хрупкие конструкции из стекла и проводников. В авиации все обстоит совсем иначе, хотя есть и стеклянные трубки и электрические схемы.

Вот, например, конструкторское бюро, где создаются новые мощные реактивные двигатели — сердце современных самолетов. Сотни,

тысячи людей заполняют заводские корпуса этого бюро. Мы входим в один из них. Здесь исследуются компрессоры турбореактивных двигателей. Из кабины инженера, ведущего испытание, виден компрессор, установленный на испытательном стенде. Только гул воздуха, протекающего через компрессор, слабо доносится через звукоизолированные стены бокса. Там, внутри бокса, шум этот оглушил бы нас. Но там людей нет, они здесь, у пульта управления с его бесчисленными ручками, кнопками, лампочками, циферблатами.

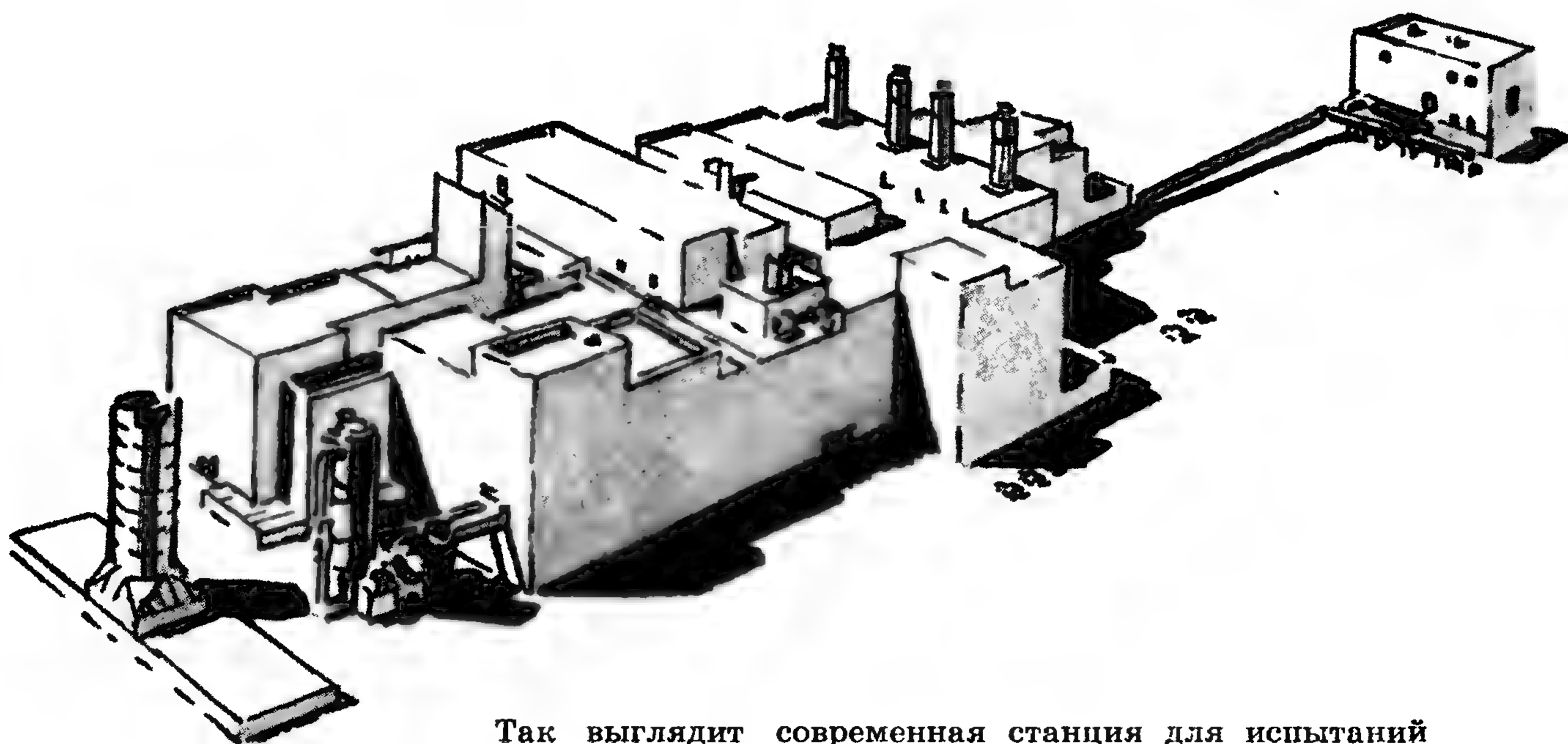
Неподвижен только корпус компрессора. Внутри него с огромной скоростью вращается ряд больших дисков с венцами тончайших, изящно изогнутых лопаток. Это — ротор. Исследователь изучает законы течения воздуха в компрессоре, десятки и сотни раз меняет профили лопаток, их закрутку, чтобы еще немного повысить коэффициент полезного действия компрессора. Ведь на его вращение расходуется мощность, уже сейчас превышающая 50 тысяч лошадиных сил! Один процент этой мощности равен 500 лошадиным силам, то есть мощности десяти автомобилей «Победа».

В двигателе компрессор вращается газовой турбиной. А здесь, на стенде? Здесь для этого удобнее использовать паровую турбину. Она занимает больше половины испытательного зала. В соседнем здании расположена котельная, откуда поступает пар, питающий турбину. Мощность турбины равна многим тысячам лошадиных сил — как на крупнейшей электростанции! И вся эта мощность вместо того, чтобы приводить в движение станки на заводах и электропоезда, освещать дома, театры, улицы, тратится на вращение компрессора. Вот почему такие уникальные испытательные установки исключительно дороги.

Но ведь мощность авиационных двигателей быстро растет. Это делает грозной проблему испытания компрессора. И наука настойчиво ищет пути решения этой проблемы. Можно испытывать компрессор на разреженном воздухе, тогда его мощность будет значительно меньше. Еще лучше заставить течь через компрессор не воздух, а особый газ, точнее — смесь газов, специально подобранных так, чтобы условия испытания имитировали истинные, но затрата мощности была бы значительно меньше.

Такая имитация — настоящая «изюминка» эксперимента с новой авиационной техникой. Действительно, ведь создать истинные условия полета со сверхзвуковой скоростью на огромной высоте можно только... в таком именно полете. Конечно, он и будет венчать дело, но начинать надо не с него. И вот тут-то изыскиваются условия, имитирующие истинные.

Зайдем в другое огромное здание конструкторского бюро. Это — святая святых. Уже позади тщательные, придирчивые, многочасовые испытания отдельных элементов двигателя, например того же компрессора. Счастье еще, что новые газотурбинные авиационные двигатели позволяют вести такие поэлементные испытания — отдельно компрессора, отдельно турбины, отдельно камеры сгорания и т. д. Со ста-



Так выглядит современная станция для испытаний реактивных двигателей (из журнала «Америкен авиэйшн», 1957 г.).

рыми поршневыми двигателями это было невозможно, там проверяется все сразу на двигателе или, в лучшем случае, на одноцилиндровой установке.

Теперь дело дошло наконец до всего двигателя целиком. Только эти испытания будут решающими. Но как испытать двигатель в условиях высотного скоростного полета? Испытательная установка, имитирующая эти условия, становится громоздкой, сложнейшей, колоссальной.

Воздух входит в двигатель не просто из атмосферы. Его давление либо предварительно повышается, либо понижается; он либо охлаждается, либо нагревается. Еще сложнее дело обстоит с газами, вытекающими из двигателя. Ведь на высоте они вытекают в среду с очень малым давлением. Значит, и здесь на выходе из двигателя должен существовать вакуум. Для этого приходится устанавливать серии массивных вакуум-насосов, требующих мощных двигателей. Мало того, до подачи в эти насосы газы должны быть охлаждены, так как иначе их объем будет слишком большим. Значит, нужно поставить батареи огромных охладителей. Целые реки воды втекают ежесекундно в эти испытательные станции, в них устремляются ураганные воздушные потоки, а из них рвутся наружу газы. Чтобы заглушить страшный шум работающего двигателя, коридоры-каналы для воздуха и газов перегораживают глушителями, стены здания сооружают из специального звукоизолирующего материала, покрывают слоями стеклянной ваты и других материалов, в которых должны завязнуть остатки звука...

А вот еще одна установка для испытаний двигателя. Мы рассказываем о ней не потому, что такие установки получили особенно широкое применение или ведущиеся на них испытания имеют какое-то особо важное значение. Просто это наглядный пример того, насколько сложной является проблема всестороннего испытания современных авиационных турбореактивных двигателей.

... Мы снова в кабине наблюдения испытательной станции. Через толстое многослойное стекло виден рвущийся с опор двигатель — его грохот здесь, в кабине, у пульта управления и приборных щитов, совсем не слышен. Испытание как испытание, что в нем особенного? И вдруг... Что это? Может быть, нам почудилось? Да и ведущий испытание инженер, кажется, совершенно спокоен. Значит, явно почудилось. А ведь отчетливо было видно, как в потоке воздуха, с огромной скоростью врывающегося в чрево двигателя, промелькнула... птица. Откуда ей взяться здесь, в испытательном боксе, если по пути в двигатель атмосферный воздух проходит через ряд фильтров и глушителей?! Никакая птица проникнуть через них, конечно, не может. Почудилось...

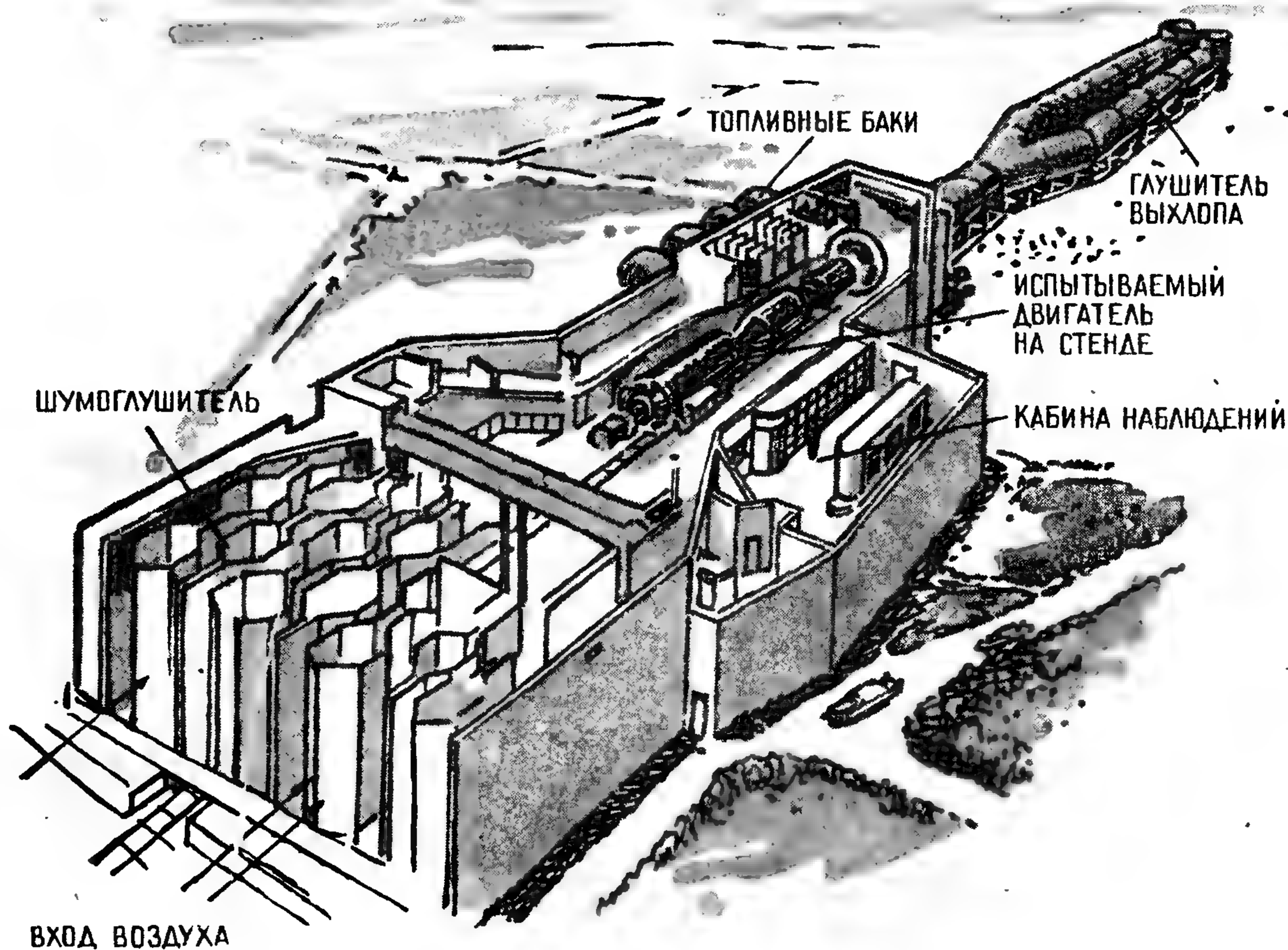
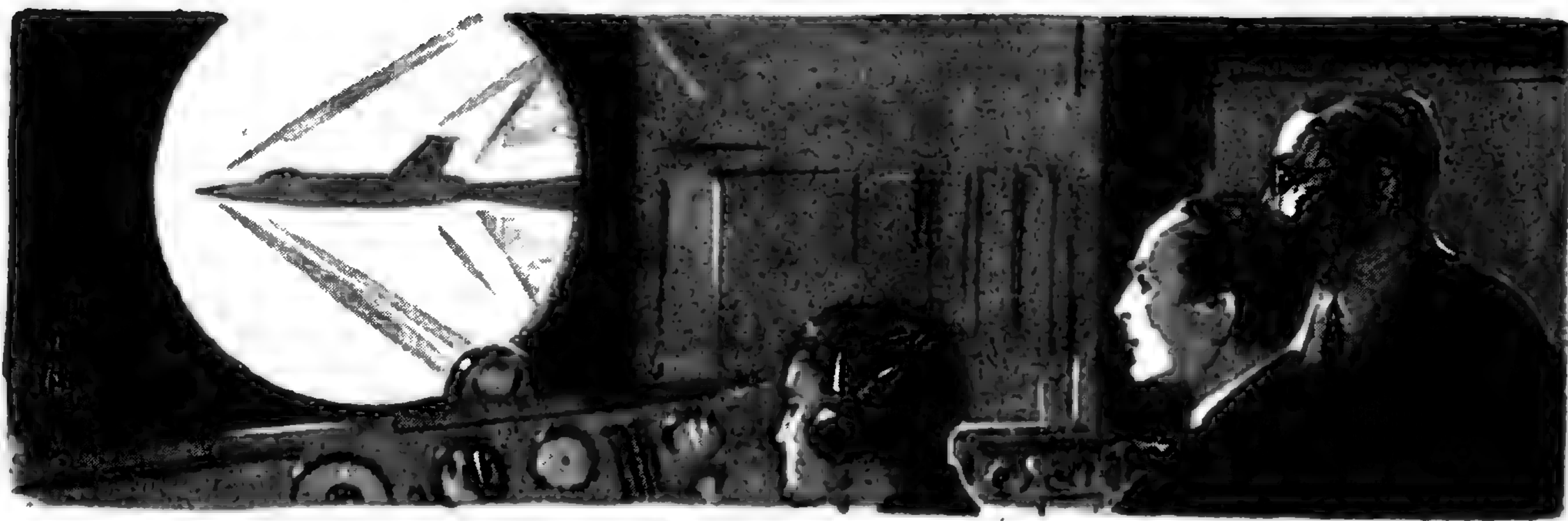


Схема устройства одного из боксов для испытания турбореактивных двигателей (из журнала «Флайт», 1957 г.).



Модель нового самолета установлена для испытания в сверхзвуко

Но снова — в двигатель стремглав влетела, нелепо растопырив крылья, еще одна птица. Потом еще, еще... Мы теперь видим, что ведущий испытание инженер командует появлением этих птиц. Быстрое нажатие красной кнопки на пульте — птица, еще нажатие — еще птица, два нажатия подряд — две птицы. А вот длительное нажатие — и целая стайка ворон или каких-то еще птиц, и разглядеть-то их как следует не удастся, скрылась в утробе бешено работающего двигателя.

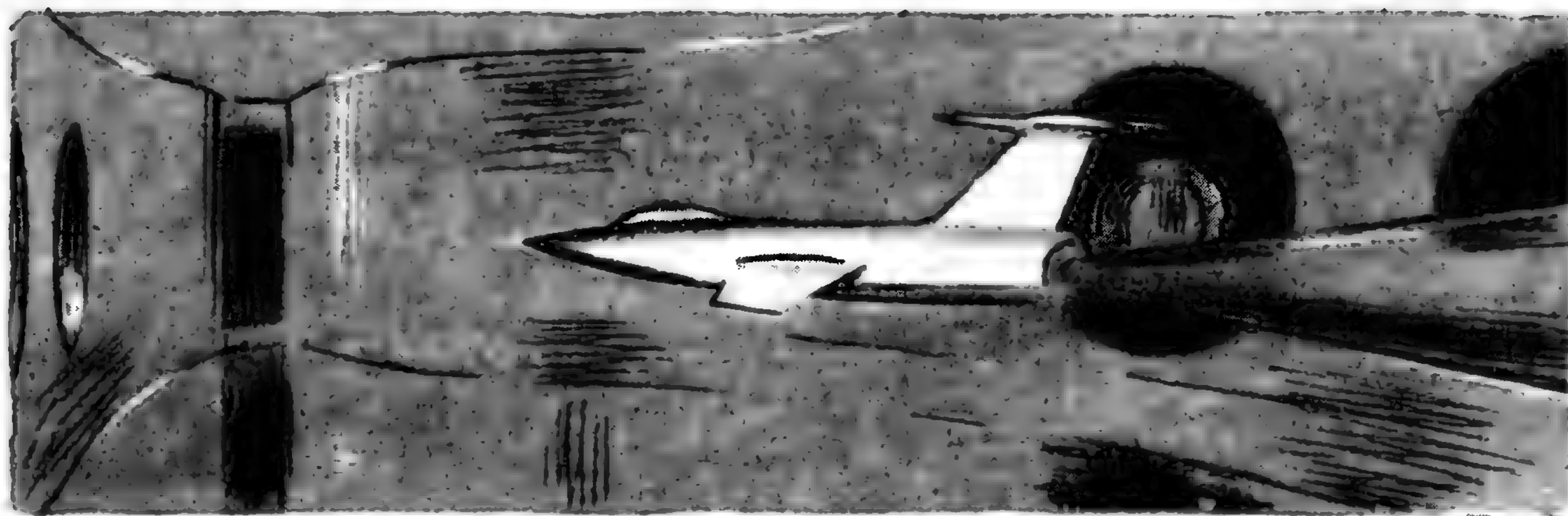
Что это, испытания турбореактивного двигателя на... птицах?! Чертовщина какая-то.

Но дело объясняется очень просто. Действительно, здесь проверяется, как сказывается на работе двигателя попадание в него птицы. И ясно, что такое испытание производится не случайно. Уж очень много бед доставляют ныне птицы авиации — сколько раз реактивные лайнеры разбивались из-за того, что с ними неуважительно обошлись птицы. Обычно это случается на взлете, но иногда и на высоте 1200—1800 метров, в сезоны перелета птиц. В одних только США за два года, 1961—1962, произошло более 60 случаев попадания птиц в турбореактивные и турбовинтовые двигатели самолетов, причем часто это заканчивалось катастрофой.

Конечно, иногда птицы вызывают катастрофы самолетов и по другой причине. Например, в 1962 году американский самолет с 17 пассажирами и членами экипажа разбился в 20 километрах от Балтимора потому, что столкнулся со стаей лебедей и один из них разбил рулевое управление самолета¹. Но чаще всего дело именно в двигателе. Вот только один из многих случаев. Большой американский турбовинтовой самолет «Электра» разбился при взлете в аэропорту Бостона 4 октября 1960 года, погибло 62 человека, и 11 человек было ранено. Причина — в двигателе самолета попали... скворцы². Оказывается,

¹ Газета «Московская правда», 30 ноября 1962 г.

² Журнал «Авиэйшн Уик», № 6, 1962 г.



вой аэродинамической трубе (по журналу «Эроплейн», 1956 г.).

компрессоры двигателей этого самолета при работе создают шум, очень похожий на стрекотание большого числа кузнечиков. Ошибка скворцов обошлась дорого.

А за несколько дней до этого только чудо спасло от подобной же катастрофы 58-местный самолет «ДС-8», у которого три турбореактивных двигателя из четырех вышли из строя в результате попадания в них в полете над Данией... чаек¹.

Поэтому-то в США введено в качестве обязательного испытание двигателей самолета на последствия попадания птиц². Двигатель должен безболезненно проглотить при таком испытании до 16 птиц, малых — весом 85—115 граммов, и больших — весом 0,9—1,4 килограмма. Неплохой аппетит!

Но вернемся к испытательным станциям. В других конструкторских бюро, например создающих совершенные образцы самолетного оборудования, применяют специальные сложнейшие установки — термобарокамеры, имитирующие высотный полет. Многочисленные установки кондиционирования воздуха создают в этих огромных стальных, обычно цилиндрических по форме, камерах нужный экспериментатору искусственный климат. Воздух в камерах то холодный, то горячий, то сжатый, то разреженный, то сухой, то влажный. И все это регулируется с величайшей точностью, чтобы испытываемый агрегат точно так же бросало «то в жар, то в холод», как это случается в истинном полете.

Но вот наконец все, что можно, отработано, проверено и установлено на самолете. Как испытать теперь сам самолет?

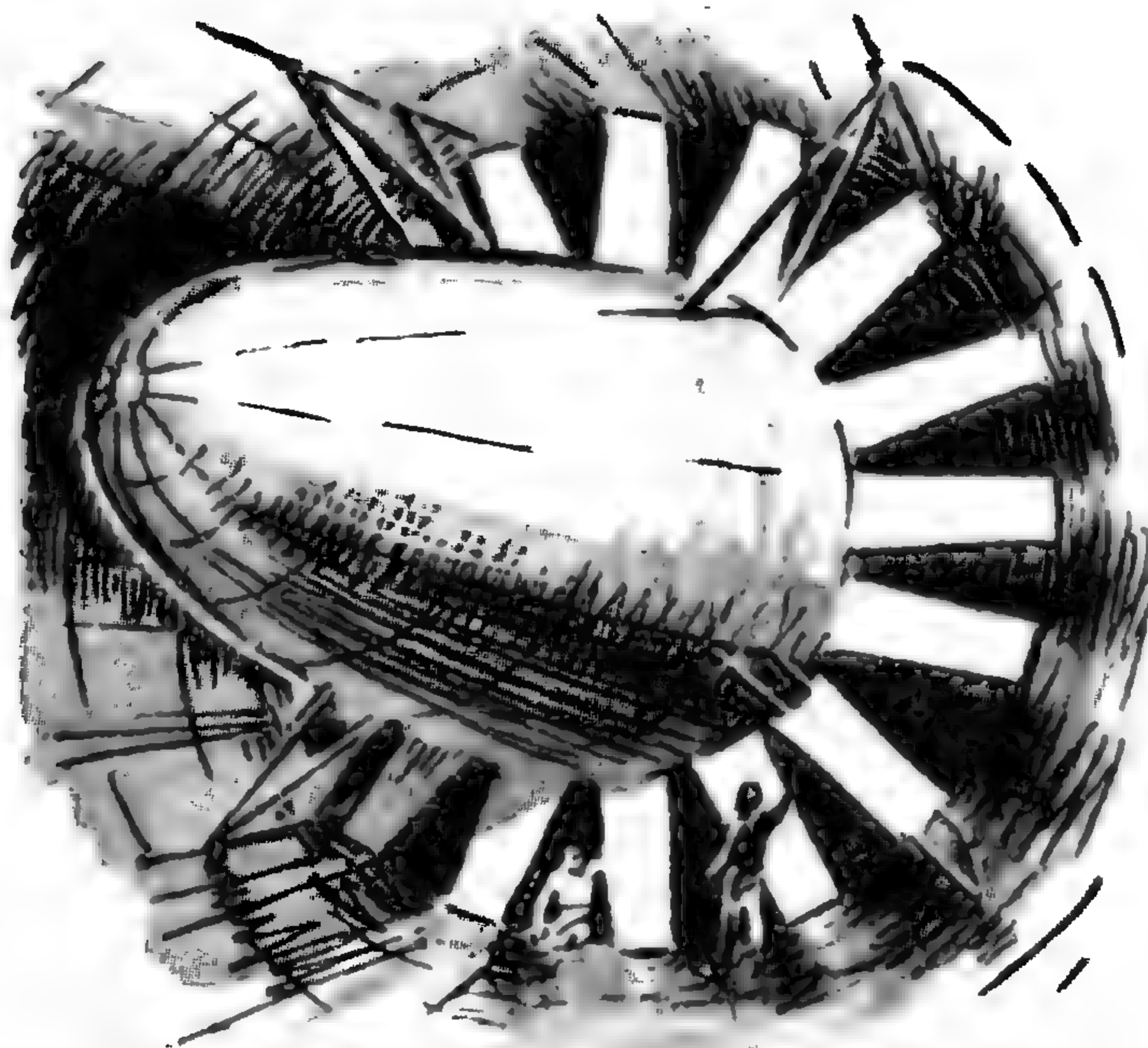
Делается это не сразу.

Сначала конструкторы и ученые долго возятся с моделями самолета, изготовленными из дерева, пластмасс, металла. Затем эти модели «продувают» в аэродинамической трубе.

¹ Об этом сообщил канадский журнал «Эркрафт», № 8, 1962 г.

² По реферативному журналу «Авиационные и ракетные двигатели», № 3, 1963 г.

Вряд ли есть какое-либо другое устройство, которому авиация была бы так обязана, как аэродинамической трубе. От почти игрушечной трубы Циолковского, через первые трубы Жуковского, к современным трубам — колоссальный путь, путь непрерывного совершенствования, настойчивых поисков, остроумнейших находок и открытий.



Так выглядит человек в большой аэродинамической трубе (из журнала «Эронотикел инжиниринг ревью», 1957 г.).

Испытание в аэродинамической трубе дает ответ почти на все вопросы, волнующие конструктора. Оно говорит ему, какова будет скорость нового самолета, будет ли он устойчивым в полете, маневренным, не будут ли возникать в нем опасные колебания, носящие хитрые иностранные названия — флаттер, бафтинг и другие. Для этого модель самолета помещают на точнейших и сложнейших аэродинамических весах. Они не просто измеряют усилия, действующие на самолет в трубе, но делают это очень точно и регистрируют отдельно силы, действующие вверх, в стороны, вниз, отдельно — так называемые моменты, стремящиеся опрокинуть самолет вправо или влево, повернуть его вверх, вниз или в стороны. И при этом весы не только измеряют все эти усилия, но и автоматически записывают их в течение всего хода испытания.

Но вот модель самолета установлена на весах, и труба начинает работать. По ней с огромной скоростью устремляется воздушный поток. Он тоже должен имитировать условия истинного полета, значит,

воздух в трубе должен быть плотным или разреженным, теплым или холодным, его скорость должна точно соответствовать скорости полета. Выходит — опять мощные вентиляторы и воздуходувки, опять насосы и компрессоры, опять печки и холодильники, опять специальные газы, заменяющие воздух.

Если труба пригодна лишь для испытания небольших моделей самолета, она может уместиться в комнате, а то и на столе экспериментатора. Но модель ведь всего только модель. Конечно, наука о моделировании, позволяющая заменять исследование настоящего объекта исследованием его модели, сделала в авиации чудеса. Но все же модельное испытание далеко не всегда способно заменить полномасштабное, натурное.

И вот в трубу вводится уже целиком весь самолет. Теперь труба — это уже не труба, а огромный, длиннейший коридор. Человек в нем кажется букашкой. И весы — это уже не те миниатюрные весы аптечного вида, которые применяются в малых трубах, а грандиозное сооружение. Но самое большое изменение претерпевает воздуходувка. Теперь это уже не вентилятор вроде того, что спасает нас летом от жары. Гигантские многолопастные винты создают ураган в трубе. И понятно, что для привода их во вращение нужны уже не миниатюрные электромоторчики, а двигатели колоссальной мощности.

Эта мощность тем больше, чем больше размеры трубы и чем больше имитируемая скорость полета. Когда эта скорость приближается к звуковой, а затем и превышает ее, мощность двигателей трубы становится колоссальной. Гигантские электростанции питают силовую установку трубы. Иной раз даже прекращается подача тока всем остальным потребителям.

Но порой и это не помогает, когда скорость намного превышает звуковую. Тогда приходится переходить на трубы, в которых течет сильно разреженный воздух, или снова уходить от натуры к модели, однако и это ненамного облегчает задачу. И настойчивая мысль экспериментатора бьется, пытаясь найти пути преодоления необычайных трудностей.

Если нельзя создать в трубе непрерывный поток огромной, сверхзвуковой скорости, то, может быть, удастся создать такой поток хоть на короткое время?

И исследователи обращаются к разнообразным трубам кратковременного действия. В гигантский стальной шар мощные насосы накачивают воздух. Так продолжается час, два. Наконец давление в шаре достигает заданного значения. Теперь насосы останавливаются и открывается заслонка, через которую воздух из шара устремляется в аэродинамическую трубу, создавая поток огромной скорости, и вот уже шар снова пуст. Надо опять его заряжать... Чтобы сэкономить время, устанавливается не один, а два-три шара: пока один срабатывает, другой накачивается — готовится к испытанию. Такие установки, конечно, значительно дешевле, чем трубы непрерывного действия.

Создать поток большой скорости — это главное, но этим не ограничиваются задачи исследователей. Ведь нужно имитировать и «тепловой барьер». Как нагреть воздух до температуры в сотни градусов?

Значит, и здесь без «печек» не обойтись. По пути в шар воздух проходит через электрические подогреватели или подогревается в батареях, снаружи которых текут раскаленные газы — продукты горения топлива в специальных топках. Но вот воздух вошел в шар. Пока шар накачивается, воздух остывает, теряя драгоценное тепло, полученное столь дорогой ценой. Как уменьшить потери тепла? Для этого в одной из труб гигантские шары — резервуары сжатого воздуха — заполнены миллионами... пустых консервных банок. Банки служат своеобразными аккумуляторами тепла, запасая его в своих тонких стенках¹.

Но впереди еще бóльшие скорости полета, в 5—10—20 раз превышающие скорость звука. Мало того, эти условия полета существуют ведь уже и сейчас. С такой скоростью, например, врывается в плотные слои атмосферы высотная дальняя баллистическая ракета, завершающая свой тысячекилометровый полет. Что испытывает ракета в этих условиях? Как имитировать их в лаборатории?

И наука ищет решения все усложняющихся задач. В обычных трубах не удастся создать поток нужной скорости. Но что произойдет, если испытываемая модель будет мчаться навстречу потоку? Тогда относительная скорость потока и модели станет равной сумме обеих скоростей. Так появляются «трубы свободного полета». Ничтожные мгновения длится полет модели в такой трубе, но на худой конец и их достаточно. Чувствительные приборы расскажут ученому-экспериментатору, какова была в полете температура в разных точках модели. Остроумнейшие устройства сфотографируют невидимый поток воздуха, обтекающий летящую модель, и раскроют тайны этого обтекания, без знания которых нельзя правильно рассчитать самолет или ракету и их полет. Часто оказывается более целесообразным «выстрелить» моделью не в воздушный поток, а в струю какого-нибудь газа или смеси газов². И это, конечно, делается — ученого не остановят никакие препятствия.

Понятно, что трубы свободного полета далеко не так удобны для экспериментатора, как обычные аэродинамические трубы. Нельзя ли все же именно их использовать для исследования полета с большой сверхзвуковой, или, как ее иногда называют, гиперзвуковой скоростью?

Можно. Для этого служат так называемые ударные трубы, рожденные быстро развивающейся техникой авиационного эксперимента. Очень просты эти трубы по идее, но, как это часто бывает, чрезвычайно сложны в использовании. Представьте себе длинную, в десятки

¹ Об этом сообщил журнал «Каррент Сайенс энд Авиэйшн», 1957 г.

² «Рипорт НАКА», 1956 г.

метров, трубу сравнительно небольшого сечения. Слева у этой трубы-пушки своеобразная «казенная часть» — камера с сильно сжатым газом. Эта камера отделена от остальной трубы — ствола, другой конец которого открыт в атмосферу, металлической перегородкой — диафрагмой. В стволе установлена испытываемая модель; ее можно увидеть сквозь кварцевые окошки в стенке трубы. Когда нужно произвести испытание, диафрагма моментально рвется, часто с помощью электрического тока. Сжатый газ из камеры устремляется в трубу, предшествуемый мощной волной повышенного давления. Эта невидимая волна (впрочем, в трубе ее удастся видеть и даже сфотографировать с помощью специально разработанных устройств) мчится с огромной скоростью, набегает на модель, имитируя условия гиперзвукового полета. И опять лишь мгновения длится опыт — мгновения, которые должны дать ответ на многие вопросы, волнующие ученого и конструктора.

Но и здесь трудно, очень трудно имитировать «тепловой барьер». А именно проблема «теплого барьера» как раз и требует особенно тщательных экспериментов. Как имитировать условия, при которых самолет или ракета мчатся как бы в струе раскаленных газов? Нельзя ли найти устройства, способные создать такую струю?

И экспериментатор обращается к жидкостному ракетному двигателю. Теперь струя газов, хлещущих из него, используется как раскаленный поток. Модель вносится в этот поток, рвущийся из двигателя. Пусть она сразу же начинает раскаляться добела — так и нужно, ведь именно эти условия встретят самолет или ракета в полете.

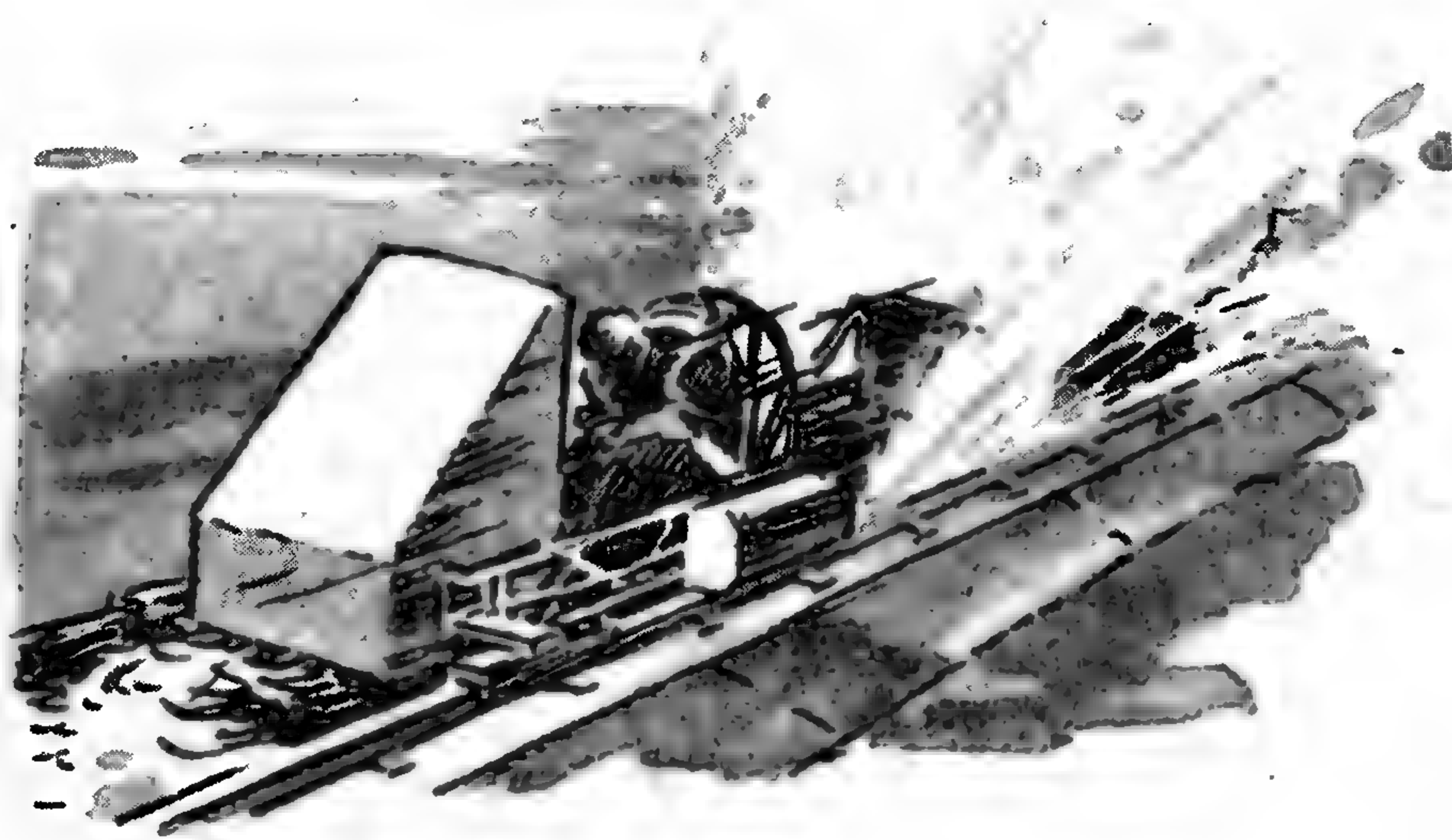
Больше того, истинные условия могут оказаться и гораздо труднее. Поэтому нет ли источника газов более высокой температуры, чем считавшийся недавно рекордистом в этом отношении ракетный двигатель?

На помощь химии приходит электричество. Используя мощную электрическую дугу, удастся создать поток раскаленной плазмы с температурой более $10\,000^{\circ}$, вдвое превосходящей температуру поверхности Солнца. Вот это уже, пожалуй, то, что устроит даже авиацию завтрашнего дня!

Мы еще, конечно, далеко не исчерпали весь арсенал экспериментальных средств, состоящих ныне на службе аэродинамических исследований в авиации. Тут и сверхскоростные ракеты, используемые в качестве «летающих лабораторий», — на них, обычно спереди, устанавливаются испытываемые модели или элементы будущих конструкций; тысячи раз в минуту передаются на землю с такой «летающей лаборатории» показания многих десятков приборов. И ракетные тележки, со сверхзвуковой скоростью мчащиеся по рельсовому пути длиной в несколько километров. На тележке устанавливаются испытываемые части конструкции или агрегаты. Очень удобными оказались, в частности, тележки для исследования катапультируемых сидений, позволяющих летчикам выбраться из гибнущего самолета. Сотни

и тысячи раз выстрелят из такой тележки манекеном, прежде чем будет совершен первый прыжок летчика с самолета.

Используются и небольшие модели будущих самолетов, снабженные тем не менее достаточно мощными ракетными двигателями, чтобы разгонять их до весьма больших скоростей. Радиотелеметрирование и здесь помогает получить все необходимые сведения о полете



С помощью такой ракетной тележки испытываются иногда летчики на инерционные перегрузки (из журнала «Америкен авиэйшн», 1955 г.).

модели, да и на ней самой могут быть установлены записывающие приборы.

Аэродинамика — главный, но далеко не единственный объект исследования при создании нового самолета. Кому нужен самый скоростной самолет, если он рассыпается в воздухе? И сложнейшие установки исследуют прочность всего самолета и его элементов, имитируя истинные условия полета. Нетрудно испытать на прочность, например, крыло самолета в обычных условиях, но как испытать его, если оно нагрето до нескольких сот градусов, как это будет в скоростном полете? И в сложных установках крыло нагревается в ходе испытаний с помощью инфракрасного излучения или другим способом до нужной температуры. Можно испытать на прочность фюзеляж, но если это — машина в десятки тонн весом, то задача становится непростой. И вот иногда весь такой фюзеляж погружается в бассейн с водой, имитирующей нагрузку на стенки фюзеляжа в полете. Не так сложно нагрузить стенки герметической кабины постоянным давлением, но в полете эта нагрузка сотни раз меняется вместе с режимом полета. Если не проверить, как ведут себя стенки кабины в условиях

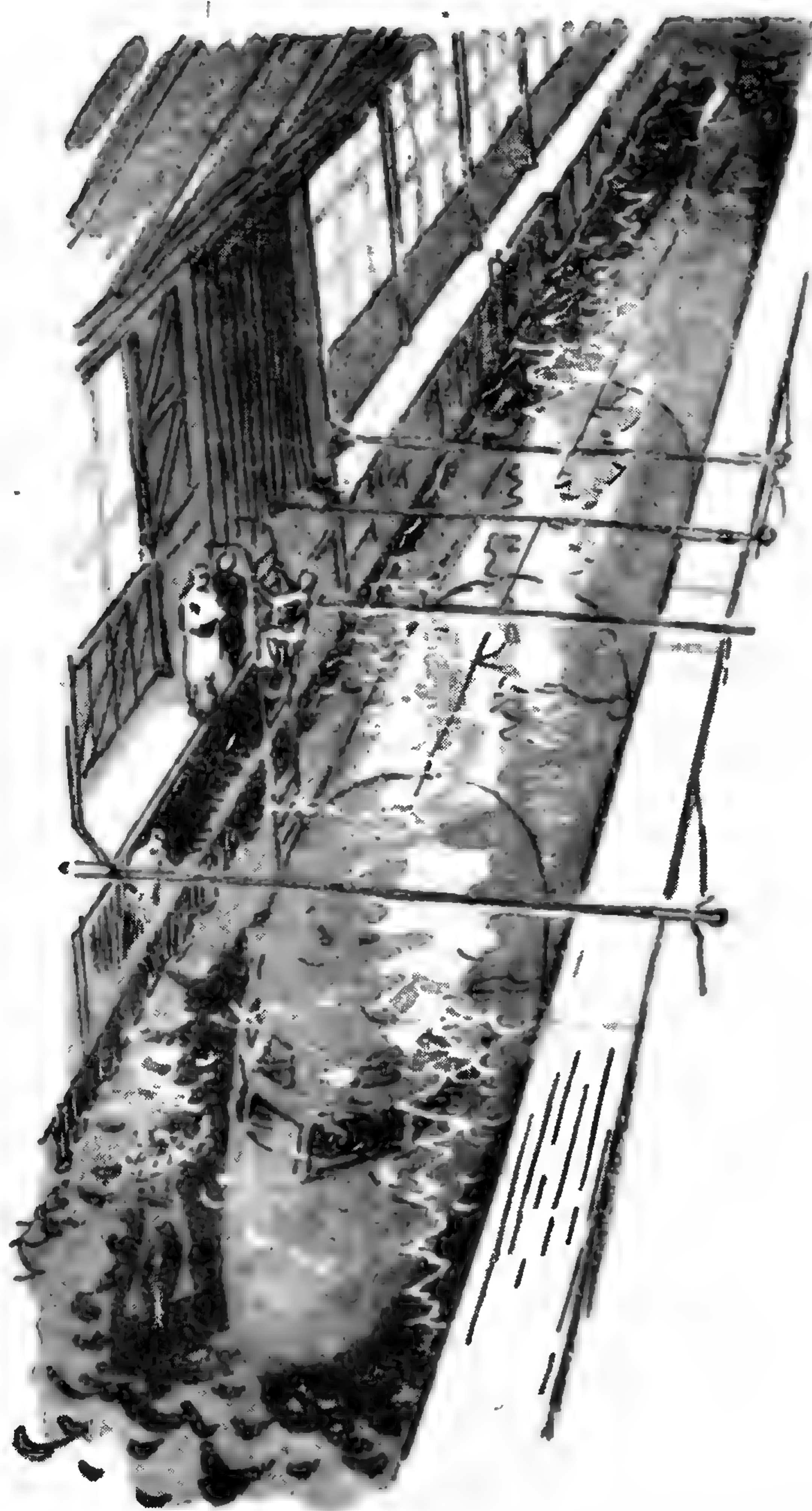
переменной нагрузки, то новый самолет может постигнуть печальная участь английского пассажирского реактивного самолета «Комета», рассыпавшегося в воздухе. И создаются специальные испытательные установки, имитирующие переменные нагрузки, меняющиеся в определенной последовательности.

Новые самолеты, летящие с огромной скоростью, подвергаются неизмеримо большим нагрузкам. Если исходить из старых норм и требований, то современные самолеты должны стать такими тяжелыми, что их скоростной полет окажется практически невозможным. Ученые непрерывно исследуют тайны прочности материалов, из которых изготовлены детали самолета. Неоценимую помощь оказывают при этом методы фотоупругости. Деталь из специальной прозрачной пластмассы, находящаяся под нагрузкой, изрисовывается на экране прибора причудливыми кривыми и дугами. По этим разноцветным изображениям ученый и конструктор отчетливо представляют себе, в каком месте материалу особенно трудно, и облегчают ему «жизнь», меняя конструкцию детали.

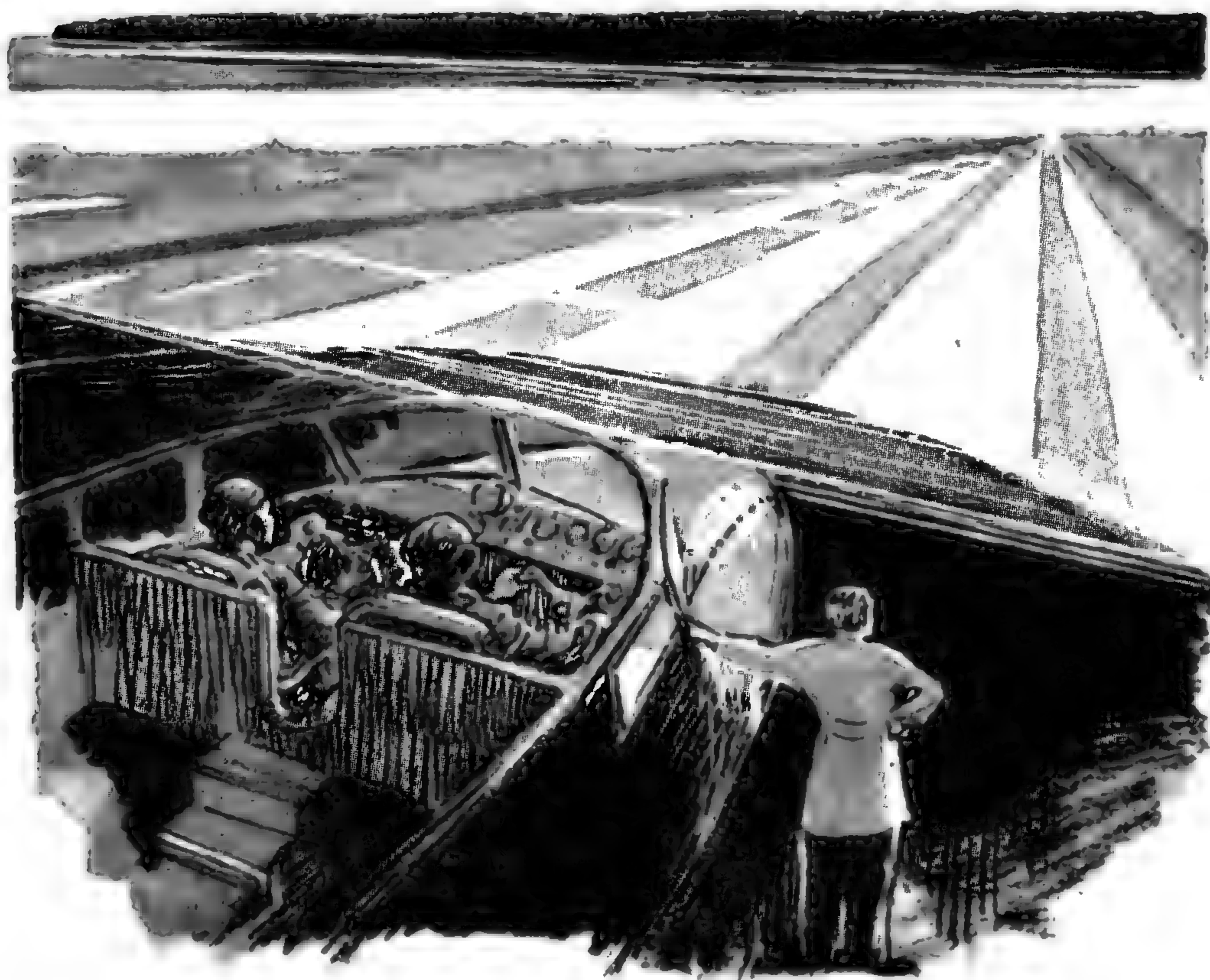
Но мало создать самолет или ракету, рассчитанные на полет с заданной скоростью и обладающие необходимой прочностью. На что способны они? Какой полет им под силу? Как определить наивыгоднейший полет?

Конечно, все это можно установить экспериментально, посылая самолет или ракету в полет раз, другой, десятый. Но нужно ли говорить, как это невыгодно!

И на помощь приходят новые средства имитации истин-



Фюзеляж самолета погружается в воду для испытания на прочность.



С помощью панорамного кино летчик совершает «посадку» на аэродром, не выходя из помещения (из журнала «Америкен авиэйшн», 1956 г.).

ного полета. На этот раз нет нужды в самих самолетах и ракетах или даже в их моделях. Достаточно сообщить имитирующему устройству все необходимые данные. И тогда такие «бумажные» самолеты и ракеты совершат в имитирующем устройстве любой, самый причудливый полет, какой только придет на ум экспериментатору. И сразу станет ясно, на что способен самолет или ракетный снаряд. Таким имитирующим чудо-устройством является электронная моделирующая машина. Правда, она получается весьма громоздкой и иной раз одна занимает довольно большое здание. Но разве оценишь ее истинную роль!

И все же — как бы там ни было! — наступает момент, когда в самолет должен сесть летчик.

Все ли сделано, чтобы облегчить сложнейшую и ответственнейшую задачу испытателя?

Нет, еще не все.

На помощь приходят те же электронные моделирующие машины. Они «совершат» за летчика, предварительно, любой полет, проверят прочность самолета и его поведение в любых условиях, установят все

недочеты новой конструкции. А сам самолет будет в это время еще только готовиться к первому полету.

Так самолет совершает свой первый полет, не отрываясь от земли. То же самое делает и летчик. Для него создаются многочисленные устройства, позволяющие совершить полет, точно имитирующий настоящий, но происходящий на земле. Специальный тренажер чрезвычайно полно и точно воссоздает условия истинного полета, вплоть до широкой панорамы аэродрома, как бы видимой летчиком через стекла «фонаря» кабины, а на самом деле проецируемой на экране панорамного кино. Только после таких тренировок подготовленный летчик садится на всесторонне «прощупанный» и исследованный самолет.

И тогда... тогда начинается истинный полет, как всегда отличный от всех модельных и имитированных, — так же как живое отличается от любой схемы. И там, в небе, летчик завершит труд большого коллектива людей, создающих новую авиацию, прокладывающих путь в ее будущее.

Г л а в а IX

НА ВОЗДУШНОМ ЛАЙНЕРЕ

Эта глава переносит читателя в завтрашний день гражданской авиации. Завершается она рассказом о полете трансконтинентального турбовинтового авиалайнера.

С каждым годом все большее число людей пользуется воздушным транспортом. Да и как не полюбить авиаэкспресс, по сравнению с которым скорость железнодорожного поезда кажется черепашьей!

Правда, и солнце не без пятен, есть свои недостатки и у пассажирских самолетов. Сколько людей из-за этого так и не могут стать воздушными путешественниками и, с грустью проводив глазами быстро тающий в воздухе пассажирский самолет, отправляются на железнодорожный вокзал!

Одних из этих несостоявшихся авиапутешественников пугают опасности полета, другие содрогаются даже при мысли о воздушной болезни, третьих останавливает цена билета на воздушный экспресс. Есть, правда, и такие, кто просто ни на что не променяет железнодорожного путешествия — быстро меняющихся пейзажей, открывающихся из окна вагона, неторопливой беседы с попутчиками, суеты вокзалов и... жареной курицы, победно влекомой с шумного пристанционного базара...

И все же ряды приверженцев старых, «проверенных» способов путешествия будут все быстрее и быстрее редеть. Полвека существования авиации привели к тому, что воздушное пассажирское сообщение

серьезно потеснило перевозки по железнодорожным и водным путям. Мы, пожалуй, не ошибемся, если скажем, что к концу «авиационного» столетия воздушный транспорт по количеству пассажиров будет первым среди своих собратьев.

Воздушный флот будущего станет многоликим и разнообразным, чтобы удовлетворять самые прихотливые вкусы путешественников. Хотите, можете перепрыгнуть с континента на континент за какой-нибудь час, забравшись при этом на высоту в сотни километров. Но можете и любоваться с небольшой высоты медленно проплывающими пейзажами, совершая посадки через каждые 200—300 километров, да еще при желании с продолжительным «парением» над полюбившимся местом.

Уйдут в прошлое и недостатки современной пассажирской авиации. Уже сегодня по числу катастроф и несчастных случаев авиация — самый безопасный транспорт в мире (если учитывать количество пройденных в пути километров). Самолет оставил в этом отношении позади и поезд, и автомобиль, и пароход. Конечно, в будущем воздушные путешествия станут еще более безопасными. Уже сейчас авиация в ряде случаев — самый дешевый вид транспорта, а в будущем она станет и в этом отношении вне конкуренции. И даже муки воздушной болезни превратятся в старую легенду — на тех высотах, где летают и тем более будут летать пассажирские самолеты, никакой болтанки нет. Полет там совершается настолько плавно и бесшумно, что его и сравнивать нельзя с ездой в поезде или автобусе.

Какими же они будут — пассажирские самолеты завтрашнего дня? Как будет протекать полет на них?

Понятно, что и тогда не удастся создать универсальный пассажирский самолет. Разным назначениям будут соответствовать и различные типы летательных аппаратов. Так, одно дело — трансокеанский или трансконтинентальный перелет, а другое — полет на короткое расстояние, например на соединительных или, как их называют, фидерных авиалиниях, по которым пассажир добирается из «глубинки» к пунктам посадки магистральных авиаэкспрессов. Одно дело — вместительные туристские авиабусы, другое — комфортабельные авиатакси...

Но, пожалуй, для пассажирской авиации будущего наиболее характерными станут дальние многоместные скоростные экспрессы. Именно им суждено заменить пассажирские поезда, корабли и автобусы.

Сейчас еще во всем мире на авиалиниях летают чаще всего комфортабельные многоместные самолеты с двумя или четырьмя поршневыми двигателями. Летают такие самолеты и на наших линиях, например, всем хорошо известные самолеты «ИЛ-14» конструкции С. В. Ильюшина. Выходит, что в гражданской авиации поршневой двигатель успешнее борется за «место под солнцем», чем в авиации военной, которая уже в основном стала реактивной. Это, конечно, не

случайно. В гражданской авиации, в отличие от военной, решающее значение имеет экономика, стоимость перевозки. И вот тут-то оказалась лучшая экономичность поршневого двигателя, его меньший расход топлива на лошадиную силу развиваемой мощности при относительно малых скоростях полета. Определенную роль сыграли, правда, и недостатки реактивных самолетов — бóльшая длина взлетно-посадочных полос и, следовательно, бóльшие размеры аэродромов, больший шум и др.

Однако уже давно стало ясно, что будущее принадлежит не этим поршневым самолетам. На смену им приходят турбореактивные и турбовинтовые экспрессы. Многие из них уже прочно вошли в обиход гражданской авиации, успешно летают на авиалиниях. И ведущая роль в этом отношении принадлежит нашей стране.

Замечательные советские реактивные авиалайнеры, первыми вышедшие на мировые авиатрассы, заслуженно пользуются широкой популярностью.

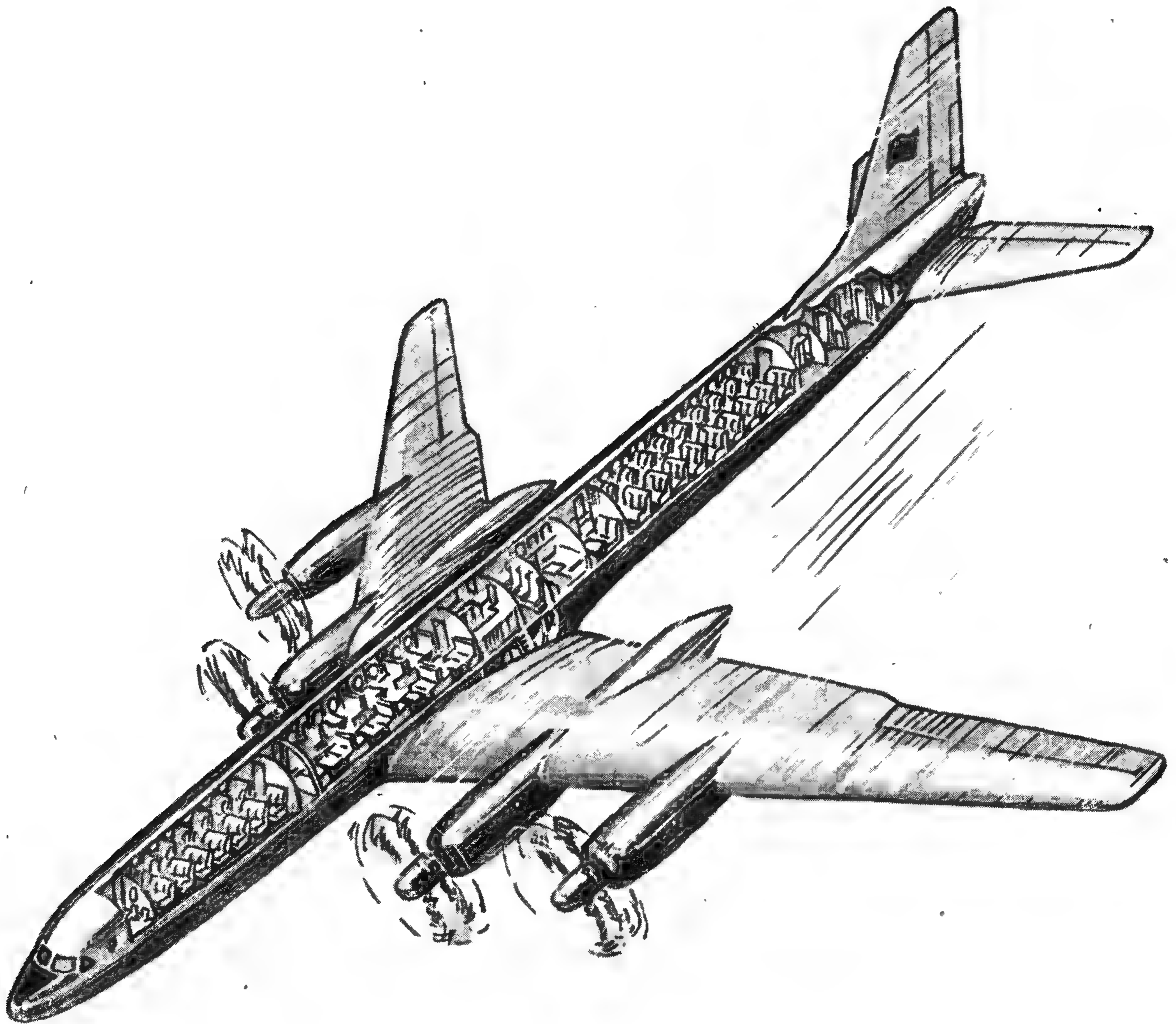
Кто не слышал, например, о красавцах самолетах «ТУ-104» конструкции «старейшины» цеха советских авиаконструкторов А. Н. Туполева? Эти самолеты покорили не только пространство, но и сердца людей во многих странах мира. Впрочем, все больше становится тех, кто не только слышал и видел самолеты «ТУ-104», но и летал на них — эти самолеты вошли в быт советских людей.

Хорошо известны и турбовинтовые лайнеры: «АН-10» конструкции О. К. Антонова и «ИЛ-18» конструкции С. В. Ильюшина. На этих самолетах установлено по четыре турбовинтовых двигателя.

Прославленный рекордсмен мирового пассажирского авиафлота, двухпалубный самолет «ТУ-114» конструкции А. Н. Туполева с четырьмя мощными турбовинтовыми двигателями, вмещает до 220 пассажиров, больше, чем любой другой самолет на земном шаре. Даже трапы для пассажиров ему нужны новые, старые, имеющиеся во всех аэропортах мира, уже не годятся, низковаты...

Все эти самолеты успели завоевать любовь пассажиров Аэрофлота, вынужденных совершать путешествия на дальние и сверхдальние расстояния. В их семью входит и новый, огромный, на 182 пассажира, реактивный экспресс «ИЛ-62» конструкции С. В. Ильюшина с четырьмя турбовентиляторными (двухконтурными) двигателями (о них мы уже говорили). Кстати сказать, двигатели этого самолета расположены не совсем обычно, не на крыле, а у хвоста самолета, сзади. Это намного уменьшает шум в пассажирской кабине и создает ряд других преимуществ. Неудивительно, что подобная установка двигателей начинает все чаще применяться в последнее время на пассажирских самолетах.

Выходят на трассы и новые реактивные самолеты, предназначенные для полетов на средние расстояния, в частности, самолет «ТУ-124» с двумя турбовентиляторными двигателями и самолет «АН-24» с двумя турбовинтовыми двигателями.



"ТУ-114"
(СССР)

Воздушные лайнеры Страны Советов и некоторые

„ТУ-104“ (СССР)



„ТУ-124“ (СССР)



„БОИНГ - 707“ (США)

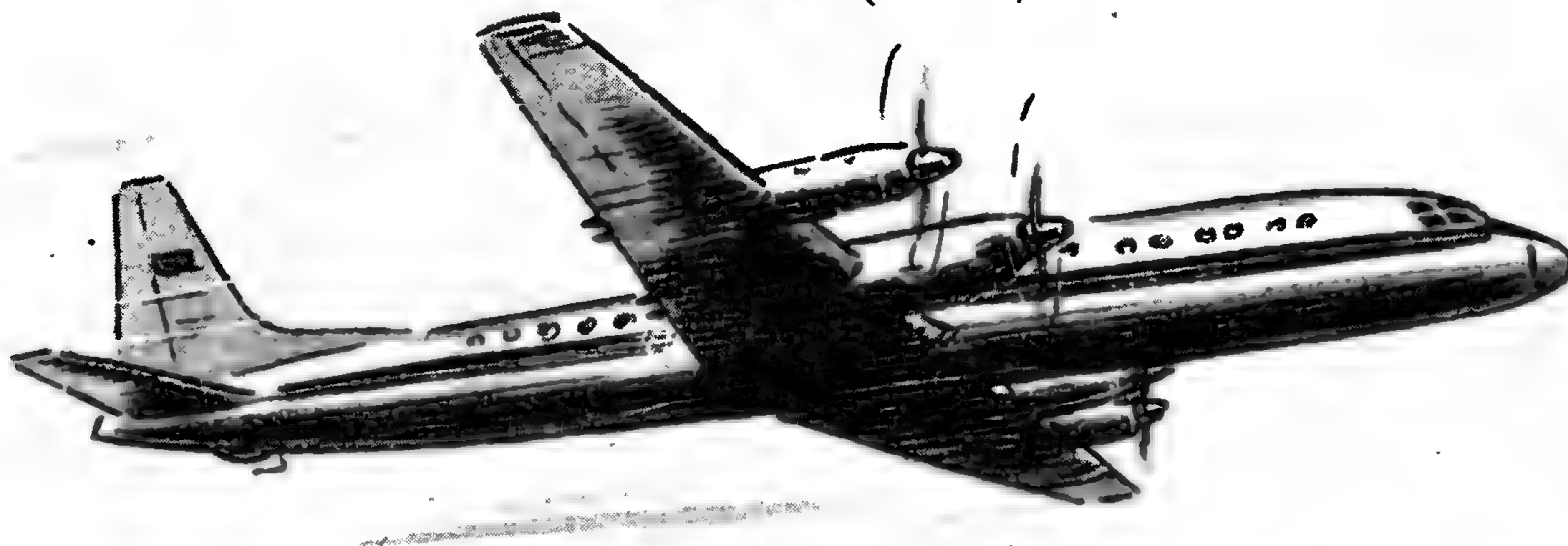


иностранные реактивные пассажирские самолеты.

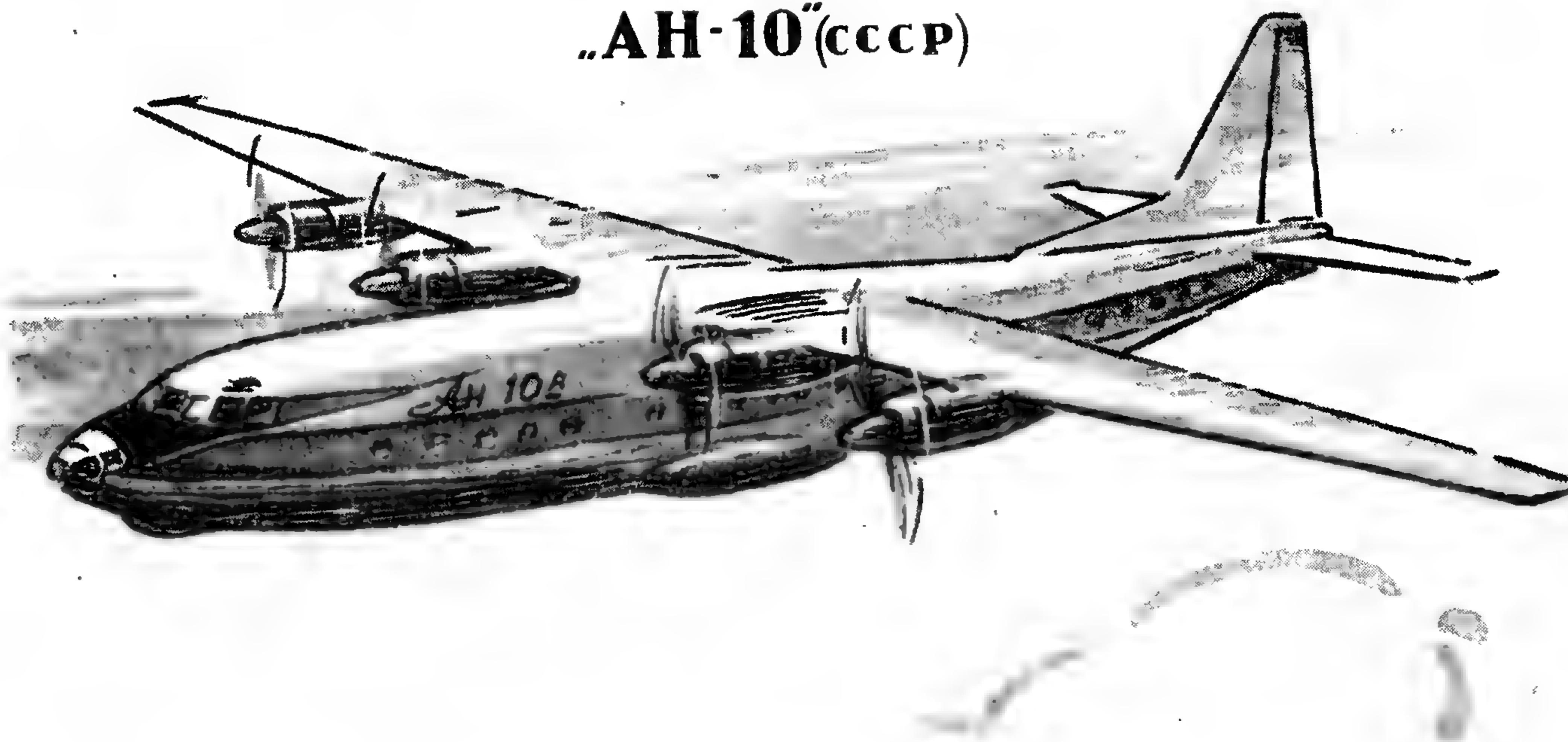
„ИЛ-62“ (СССР)



„ИЛ-18“ (СССР)



„АН-10“ (СССР)

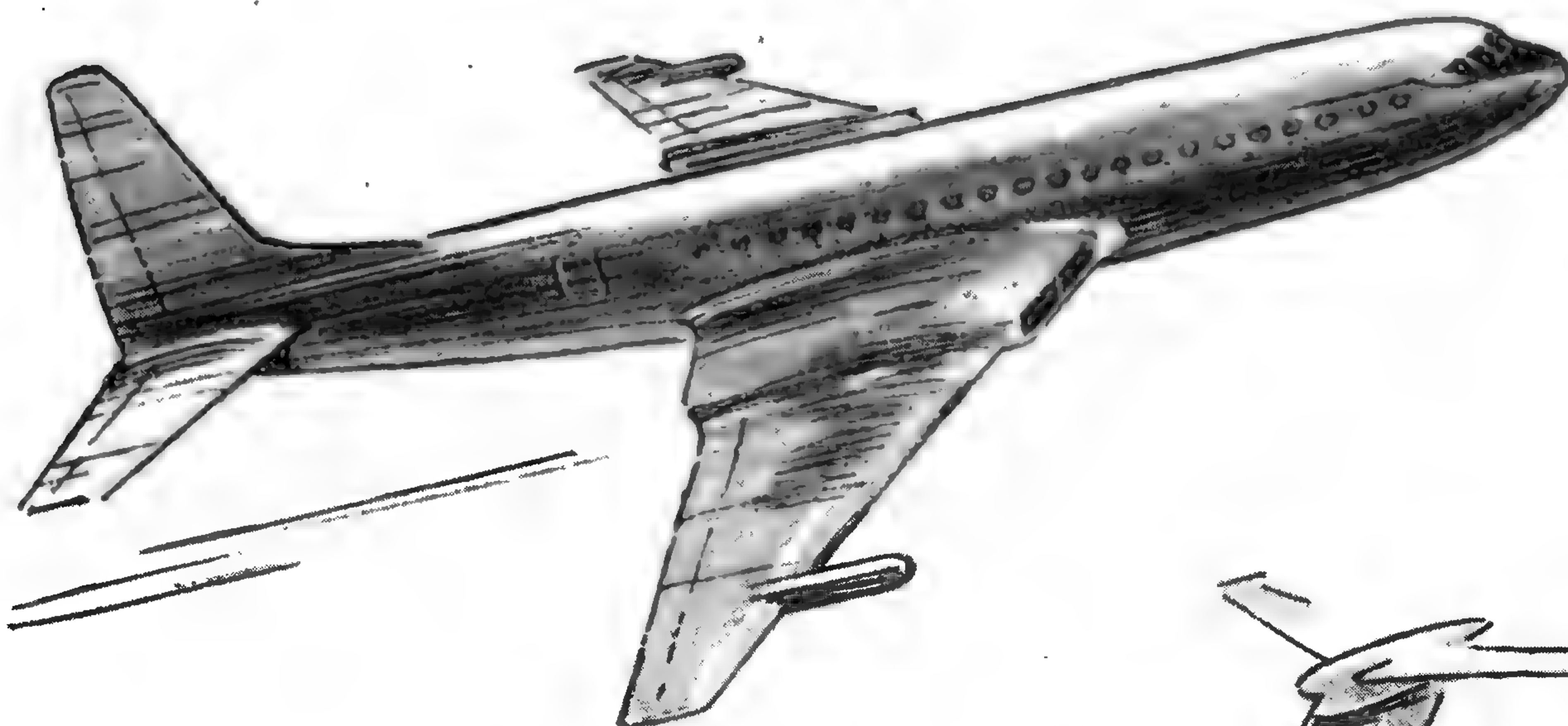


Воздушные лайнеры Страны Советов и некоторые иностранные реактивные пассажирские самолеты.

„ДУГЛАС ДС-8“ (США)



„КОМЕТА 4“ (Англия)



„ТРАЙДЕНТ“ (Англия)





Так может выглядеть реактивный лайнер-экспресс будущего (проект англо-французского сверхзвукового пассажирского самолета «Конкорд», рассчитанного на длительный полет со скоростью, в 2,2 раза превышающей звуковую. По журналу «Эрлифт», ноябрь 1962 г.).

Мы видим, что в пассажирскую авиацию внедряются и турбореактивные и турбовинтовые двигатели. Каковы же перспективы тех и других, какому из них суждено стать основным двигателем пассажирской авиации будущего?

Судя по всему, двигатели обоих типов будут долго «сосуществовать» в гражданском воздушном флоте. В настоящее время самолеты с турбореактивными двигателями совершают длительный полет со скоростью до 1000 километров в час, тогда как самолеты с турбовинтовыми двигателями — 650—700 километров в час, то есть раза в полтора меньше. Однако перелет на большое расстояние, например Москва — Иркутск, эти самолеты совершают практически за одно и то же время, но только турбовинтовой летит без посадки, а турбореактивный с двумя-тремя посадками.

Вероятно, в дальнейшем самолеты с турбореактивными двигателями будут служить для экспрессного сообщения со скоростями 2000—3000 километров в час, а самолеты с турбовинтовыми двигателями — для наиболее дальних перелетов, в частности трансокеанского сообщения, делая по 800—900 километров в час. (С такой скоростью уже летает самолет «ТУ-114».) Промежуточные скорости полета станут, вероятно, уделом двухконтурных турбореактивных двигателей, которые обладают наилучшими характеристиками при подобных скоростях.

...Давайте совершим с вами полет на турбовинтовом трансокеанском самолете будущего. Неважно, что мы находимся сейчас в самом центре Атлантики на газотурбоэлектроходе Трансатлантической компании, совершающем очередной рейс из Европы в Южную Америку. Раз у нас появилось желание пересечь на воздушный лайнер, мы смо-

жем сделать это, не дожидаясь прихода в порт назначения. Уже давно все дальние воздушные экспрессы принимают пассажиров прямо в воздухе, а океанские корабли имеют на борту небольшие реактивные самолеты и вертолеты, которые при необходимости всегда к услугам пассажиров.

Короткая беседа с помощником капитана, обмен радиogramмами с аэропортом. И вот мы — на верхней палубе корабля. Усаживаемся в небольшой самолет с узким стреловидным крылом. Этот самолет может вертикально взлетать с палубы и садиться на нее, как обычный вертолет. Через несколько минут дверь герметической кабины захлопнулась за нами, и колеса самолета, накрепко принайтованные к палубе, были освобождены. Из сопел обоих турбореактивных двигателей вырвались факелы пламени, обжигая защитное покрытие палубы. Самолет вздрогнул, плавно отделился от палубы и начал увеличивать скорость. Сотни пассажиров на всех палубах газотурбоэлектрохода наблюдали за этим зрелищем. Вот уже самолет поднялся на несколько сот метров. Вдруг все увидели, как сигары двигателей на концах крыла, бывшие ранее вертикальными, стали поворачиваться и заняли горизонтальное положение. Самолет вначале спланировал, а затем резко начал набирать высоту. Покачавшись на вираже с крыла на крыло, точно прощаясь с кораблем, самолет быстро исчез в голубоватой дымке неба...

Нам нужно разыскать в бездонном воздушном океане стремительно мчащуюся точку — воздушный лайнер. Но прошло всего лишь несколько минут, и на светящемся экране радара перед летчиком появилось крохотное изображение самолета. Почти в тот же миг в динамике приемо-передающей радиации нашего самолета что-то щелкнуло, и затем раздался голос помощника капитана корабля, с которым мы недавно расстались:

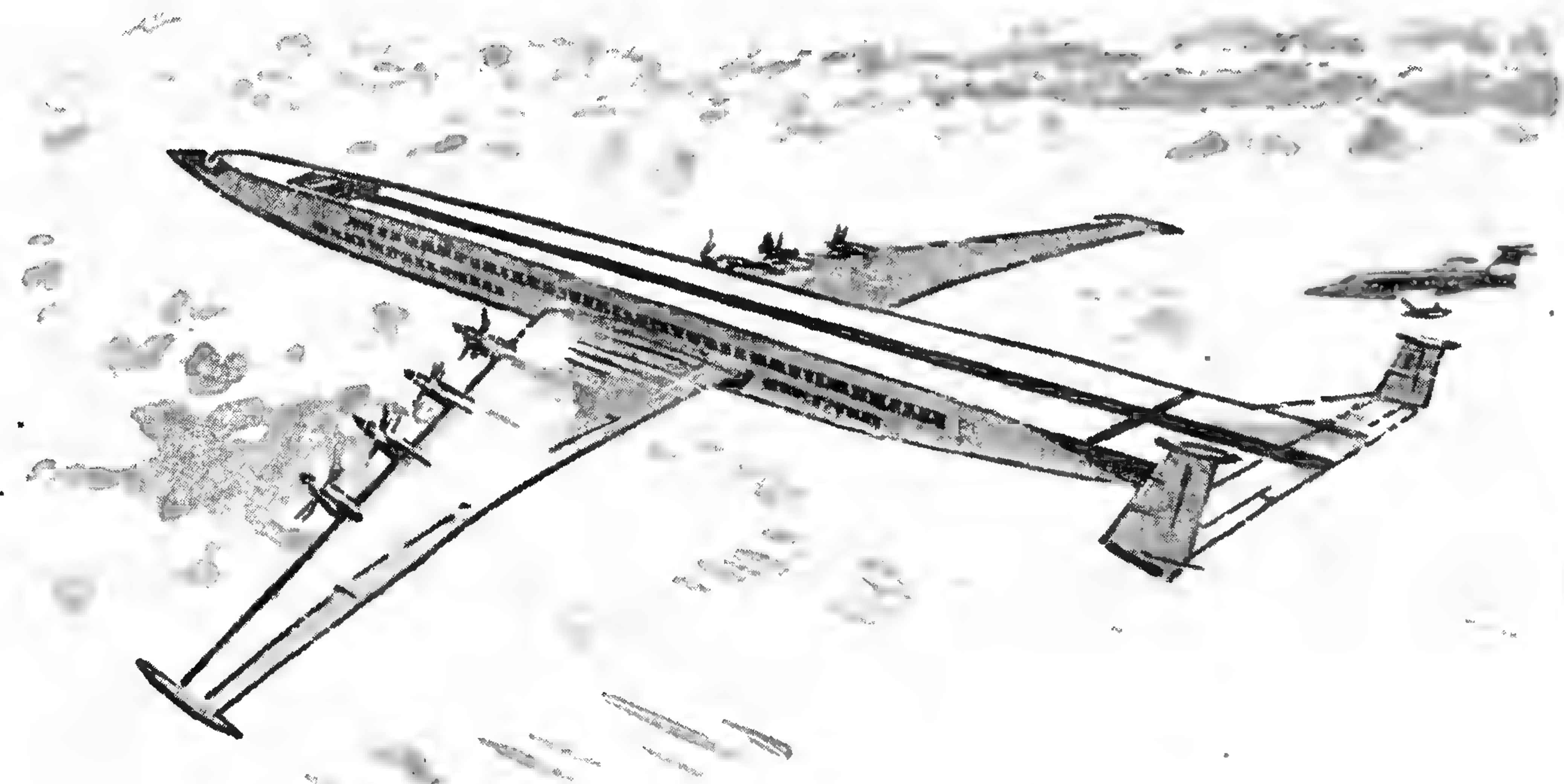
— Экипаж авиалайнера предупрежден и готов вас принять. Связывайтесь с ним. Желаю успеха.

Летчик повернул ручку настройки, и через минуту в динамике отчетливо раздалось:

— Наша скорость 960. Курс ост-норд-ост. Высота 10 250. Посадка с хвоста на скорости 970—980.

Наш самолет круто идет вверх. Стрелка радиоальтиметра ползет по кругу: 6000—7000—8000... Неожиданно справа, внизу под нами, показывается огромный самолет. Восемь воздушных винтов на его крыльях сливаются в ослепительно сверкающие диски. Самолет медленно поворачивается — это делаем разворот мы сами. Теперь уже он внизу, прямо под нами.

Несколько мгновений кажется, что самолет впереди остановился. Но вот он начал медленно приближаться. Верхняя палуба огромного самолета совершенно ровная, плоская, шириной, вероятно, метров 10—12 и длиной в добрую сотню метров. Она представляет собой идеальную посадочную площадку, летающий аэродром.



Посадка на палубу воздушного лайнера.

Наш самолет медленно и плавно, хотя все это происходит на скорости около тысячи километров в час, пролетает между двумя широко расставленными киями экспресса, касается колесами его палубы, катится по ней. Скорость движения самолета по этой своеобразной посадочной полосе все уменьшается. Вот он уже остановился, хотя двигатели продолжают работать.

В динамике раздалось:

— Арестующие ловушки сработали, выключите двигатели.

Еще через мгновение часть верхней палубы с нашим самолетом стала медленно опускаться. У нас в кабине сразу потемнело. Кажется, спуск прекратился? Или еще нет? Трудно понять — ничего не видно вокруг.

Вдруг вспыхнул яркий свет. Наш самолет оказался в помещении, чем-то напоминающем «Наутилус» капитана Немо. Но это мгновенное впечатление было нарушено появлением человека в форме гражданского воздушного флота.

Покидая вслед за ним этот своеобразный «приемный покой» для прибывающих гостей лайнера, мы увидели, как наш самолет медленно поднимался на платформе-лифте к потолку.

Вот мы и на лайнере. Совершим по нему прогулку, благо не ощущается никакой качки и болтанки. Вдаль уходит коридор, по обе стороны которого двери пассажирских кают, совсем как на покинутом нами корабле. Под ногами — упругая дорожка из губчатого синтетического каучука. Да и вообще в коридоре тихо, сюда не доносится

шум работающих двигателей. Трудно представить себе, что мы мчимся на высоте 10 километров над океаном!

Лайнер рассчитан на 600 пассажиров, его полный взлетный вес превосходит 800 тонн. На самолете установлено 8 турбовинтовых двигателей, каждый из них развивает мощность почти в 25 тысяч лошадиных сил. Лайнер совершает регулярные рейсы Буэнос-Айрес — Москва, покрывая без посадки почти 15 тысяч километров за 16 с небольшим летных часов. Максимальная скорость полета более 1000 километров в час, высота — 13 километров. Запас топлива на самолете превышает 300 тонн — пять-шесть огромных железнодорожных цистерн.

Все внутренние помещения лайнера герметизированы, и в них сохраняется такое давление, как на каком-нибудь высокогорном курорте. Автоматическая система кондиционирования воздуха создает искусственный климат на лайнере. Она не только обеспечивает нужную температуру и влажность воздуха, осуществляет его фильтрацию и очистку от вредных примесей, ионизирует и дезинфицирует, но и насыщает его тонкими ароматами, разными для разных помещений лайнера. В каждой каюте можно подобрать, например, один из трех запахов — озона, фиалки или свежего сена — простым нажатием кнопки.

Впрочем, на этом самолете можно выбрать не только свой аромат в каждой каюте, но, по желанию, и свой... цвет стен и потолка, свой оттенок света в каюте. Это достигается с помощью принципиально новой системы электрического освещения (исследования этой системы начаты в последнее время), так называемой электролюминесценции. При этой системе источником света служат сами стены и потолок, панели которых одновременно используются и для электрического нагрева воздуха. На эти панели наносится слой специального светящегося порошка, возбуждаемого для свечения электрическим током. Для того чтобы можно было подобрать цвет светящихся стен по своему желанию, на них наносится не один, а несколько слоев светящегося вещества различного рода. Тогда выбор желаемого оттенка осуществляется простым нажатием кнопки. Конечно, это замечательное освещение найдет применение не только в авиации.

На трех палубах лайнера, не считая верхней, аэродромной, на которую совершил посадку наш самолет, расположены 150 пассажирских кают, салоны, ресторан, бассейн для плавания, спортивный зал, большая библиотека, концертный холл и кинозал. Все это не дает пассажирам скучать в пути. В каждой каюте — телевизор на десять программ, радиоприемник и видеотелефон, позволяющий вести радиотелефонный разговор и видеть собеседника, находящегося практически в любом пункте земли. Радиотелевизионная релейная сеть, обслуживающая воздушный транспорт и делающая возможной такую связь, раскинулась по всему земному шару. Она использует, в частности, автоматические ретрансляционные станции на искусственных спутни-

ках Земли. Целые эскадры таких спутников мчатся по орбитам вокруг Земли, с их помощью можно быстро связаться с любым пунктом земного шара, посмотреть телевизионную передачу любого телецентра на Земле. Другие аналогичные спутники позволяют экипажу лайнера без всякого труда в любой момент точно определить местонахождение корабля, его координаты.

Экипаж лайнера насчитывает сорок человек. Это не так уж много, если учесть размеры корабля и его сложное устройство. Все управление самолетом и двигателями, самолетовождение, навигация, службы безопасности полностью автоматизированы и не требуют внимания экипажа. За их работой следит на центральном командном пункте, представляющем собой настоящий «мозг» самолета, электронное вычислительное устройство весьма сложного типа.

В конструкции лайнера широко применены титановые и бериллиевые сплавы и особенно многие замечательные пластмассы. Так, одна из палуб, называемая прогулочной и представляющая собой, по существу, зимний сад, имеет сплошные стены из прозрачной пластмассы с серебристым оттенком. Специальный солярий на корме лайнера, как и плавательный бассейн, защищены крышей из прозрачной пластмассы золотистого цвета, пропускающей ультрафиолетовые лучи. Из пластмассы изготовлены перегородки, мебель, топливные баки и многие другие части самолета.

Понятно, что этот материал должен быть не только легким, но и очень прочным. Достаточно вспомнить хотя бы о том, что на большой высоте внутри самолета давление намного превышает наружное и потому стенки как бы распираются. Хорошо известен, например, случай, происшедший с английским турбовинтовым самолетом «Вайкаунт»: под действием избыточного внутреннего давления одно из окон-иллюминаторов было выдавлено. Окно оказалось достаточно большим для того, чтобы сидевший около него пассажир был выброшен мощной струей воздуха...

Но, пожалуй, пора отправляться в ресторан, если мы хотим успеть поесть на самолете — приближается конец рейса.

Займем свободный столик, их здесь много. Звучит тихая музыка, легкий ветерок от невидимых вентиляторов чуть колеблет шелковые занавески у окон-иллюминаторов. Бокалы налиты доверху. Давно позади время, когда в пассажирском самолете стакан можно было наполнить лишь наполовину, не рискуя выплеснуть кипяток на собственные колени. Непрерывные и сильные вибрации изматывали экипаж и пассажиров гораздо сильнее, чем грохот двигателей. Изматывали они, конечно, и конструкцию самолета — ее приходилось делать тяжелее, рассчитывать на «усталостные» нагрузки. Здесь, на борту лайнера, вибрации совершенно не ощущаются.

Пока электрическая кухня, расположенная под нижней палубой, приготовит заказанные блюда, а пневматический лифт доставит их, поговорим вот о чем: не подумайте, пожалуйста, что мы с вами — на

самом большом трансокеанском авиалайнере. Есть и значительно бóльшие. Рекорд принадлежит одной из летающих лодок с турбовинтовыми двигателями, имеющей 1100 пассажирских мест. Неудивительно, что это именно летающая лодка: взлет и посадка таких гигантов требует больших аэродромов.

Кроме того, может возникнуть неправильное представление и о том, что все дальние пассажирские самолеты обязательно турбовинтовые. Вовсе нет. Летают через океан и лайнеры с турбореактивными двигателями, они совершают свой полет обычно на большей высоте и с большей скоростью. Но эти самолеты пока имеют меньше пассажирских мест, хотя по размерам и не уступают турбовинтовым. Так сказывается бóльшая затрата топлива на полет реактивных самолетов. Неудивительно, что билет на реактивный экспресс стоит чуть ли не вдвое дороже и туристы обычно предпочитают турбовинтовые самолеты.

... Лайнеры, подобные описанному, появятся, вероятно, на воздушных магистралях лет через 15—20. Значит ли это, что такие самолеты — единственное направление развития пассажирской авиации будущего? Конечно, нет.

Глава X

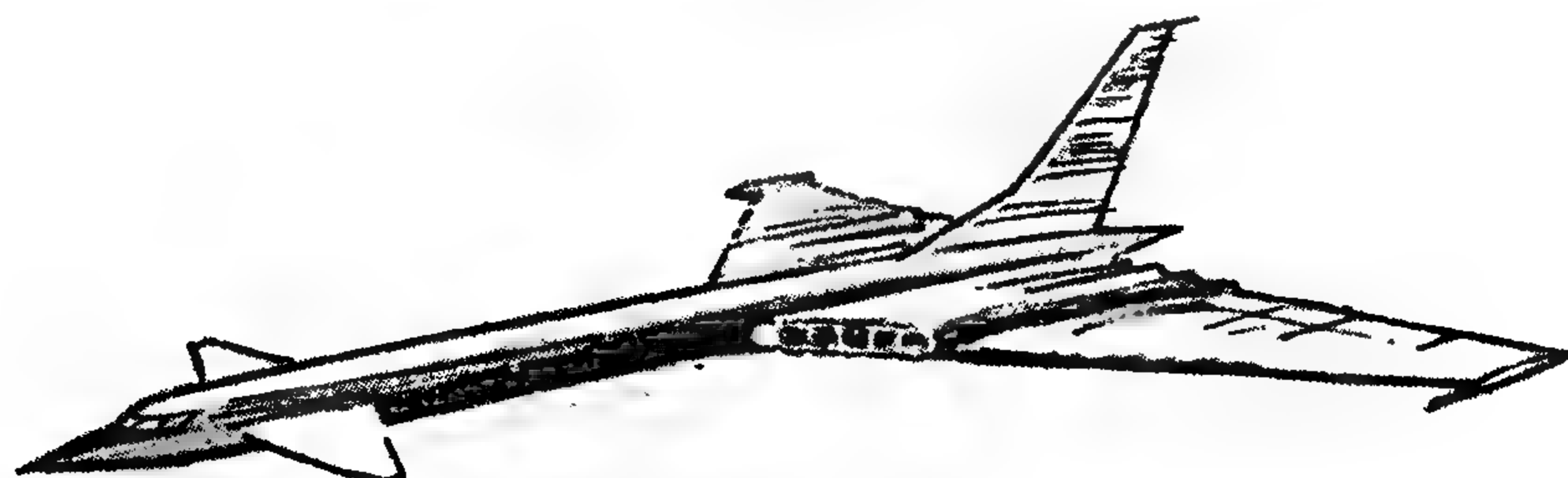
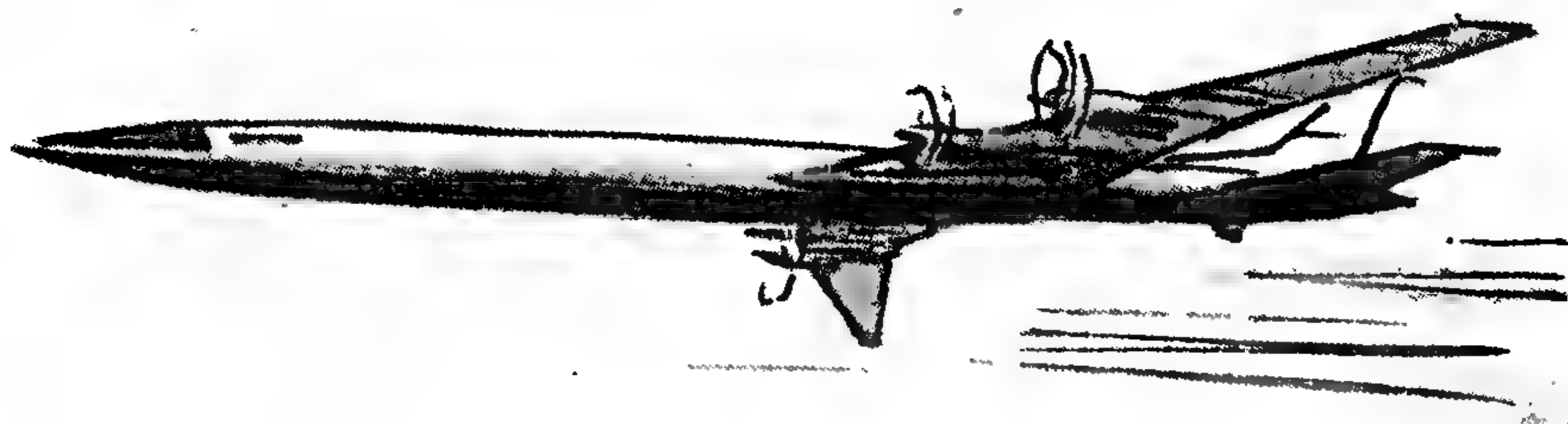
В НЕБЕ — АТОМ

В этой главе рассказывается о возможностях использования атомной энергии в авиации будущего, об атомных «буксирах» и «тягачах» и даже о гигантском атомном... дирижабле.

Мысль об использовании для дальних пассажирских самолетов атомной энергии не дает конструкторам покоя. Еще бы! Атомные установки позволили бы летать сколь угодно далеко, на огромных высотах, с практически любой возможной скоростью. Как известно, такие установки (точнее говоря, их основная часть — атомный реактор) расходуют ничтожно мало ядерного горючего и не нуждаются в атмосферном воздухе.

Вот почему в фантастических и научно-популярных книгах можно найти многочисленные описания атомных пассажирских самолетов будущего. Часто эти описания украшаются и картинками таких самолетов — с длиннющим, вынесенным далеко вперед фюзеляжем, пассажирской кабиной на носу и атомными двигателями на крыле, расположенном у самого хвоста. Такая не совсем обычная схема самолета легко объяснима — авторы этих описаний хорошо знают опасности, связанные с радиоактивным излучением работающего атомного реактора, и стараются поместить пассажиров как можно дальше от источника смертоносных лучей.

И все же вряд ли можно ожидать скорого появления атомных авиалайнеров, как ни заманчивы их технические возможности. Причем именно пассажирских атомных самолетов, хотя это, конечно, и очень печально. На то имеются серьезные причины. На самом деле, в военной авиации риск — дело естественное, но кто станет подвергать



Таковыми представляются обычно атомные пассажирские самолеты будущего.

ненужному риску пассажиров, вверивших свою жизнь рейсовому самолету гражданской авиации?

Дело, однако, не только в этом. Можно организовать тщательные наблюдения за дозой радиоактивного излучения, полученного каждым членом экипажа военного самолета, чтобы исключить опасность превышения максимально допустимого уровня облучения. Но кто знает, какова «предыстория» каждого пассажира в отношении воспринятого им вредного ионизирующего излучения?

Однако и это еще не главное. Допустим, на самолете можно устроить такую мощную биологическую защиту, которая сделает безопасным для экипажа и пассажиров излучение атомной силовой

установки. Правда, полной изоляции достигнуть трудно — слишком много должна весить подобная экранировка. Но не исключено, что в будущем вес ее удастся уменьшить. В этом направлении ведутся интенсивные исследования¹. В частности, подыскиваются такие легкие материалы, которые обладают «избирательной» экранизирующей способностью, то есть поглощают лишь один какой-либо вид опасного излучения. Тогда вся экранировка должна состоять из нескольких слоев различных легких материалов, обладающих такими свойствами. Вес этой экранировки удастся, вероятно, значительно снизить по сравнению с существующими защитными устройствами. Так или иначе, тех, кто будет находиться на борту атомного самолета, вероятно, можно защитить от радиоактивного излучения. Значит ли это, что удастся создать и атомные пассажирские самолеты?

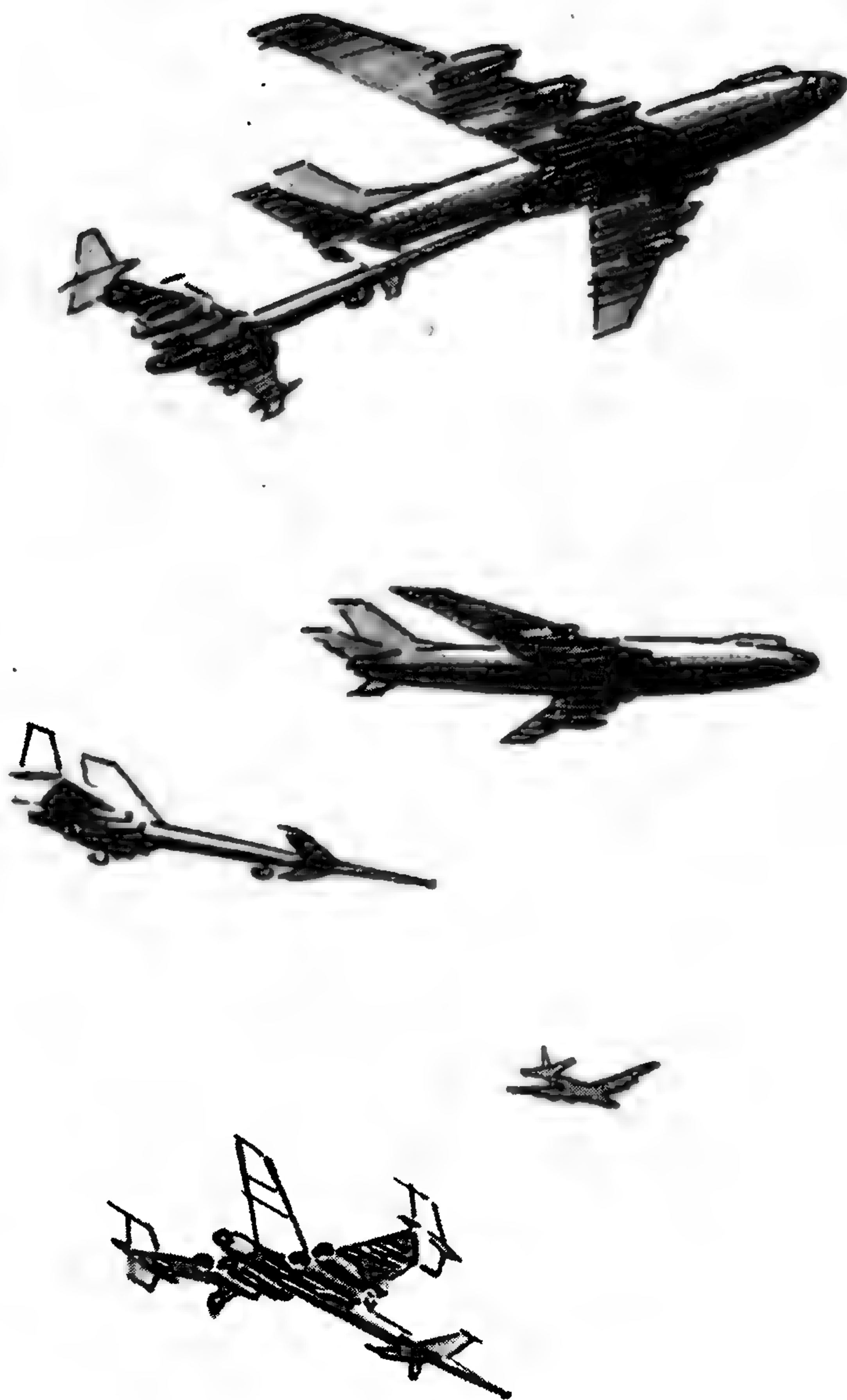
Нет, не значит, ибо главное препятствие на этом пути связано вовсе не с судьбой экипажа и пассажиров, а с опасностью катастрофы, о которой говорилось выше².

Одна только такая опасность делает практически невозможным использование атомных линейных пассажирских самолетов. Для того чтобы преодолеть эту опасность, нужно сначала создать атомные двигатели, работа которых не была бы связана с образованием в них «радиоактивной сажи», смертельно опасной в случае катастрофы. Пока еще не ясно, как это возможно и возможно ли вообще. Разве только на помощь придут термоядерные двигатели, в которых вместо расщепления атомов происходит их слияние с образованием атомов более сложного вида, как это происходит, например, при взрыве водородной бомбы. Однако эта проблема не решена еще даже теоретически, хотя ею усиленно занимаются многие ученые.

В качестве одного из возможных путей разрешения проблемы создания атомных пассажирских самолетов иногда предлагается использование атомных «тягачей». В этом случае предполагается, что на самом пассажирском самолете будут установлены не атомные, а обычные двигатели. Они предназначены лишь для работы в течение короткого времени, например при взлете и наборе высоты, а также при посадке. Поэтому на самолете будет находиться очень небольшой запас топлива. Весь остальной полет такой пассажирский самолет будет совершать на буксире у атомного, служащего своеобразным тягачом. Атомный тягач будет летать без экипажа и управляться на расстоянии — возможно, летчиком одного из буксируемых пассажирских самолетов. На буксире будет находиться, как правило, сразу несколько пассажирских (а может быть, и грузовых) самолетов. При такой системе опасность излучения для экипажа и пассажиров буксируемых самолетов становится незначительной. Однако угроза катастрофы атомного тягача по-прежнему сохраняется, хотя его маршрут можно

¹ Об этом сообщает, например, журнал «Эроплейн», 1956 г.

² См. главу VI.



Самолетный «толкач». Вверху — взлет и набор высоты, внизу — отделение и возвращение «толкача» на аэродром.

Конечно, менять двигатели в полете невозможно, зато можно воспользоваться услугами дополнительного двигателя при взлете. Для этого и предполагается использовать «толкач».

В качестве «толкача» может служить специально спроектированный самолет с очень мощными турбореактивными и турбовинтовыми двигателями и весьма небольшим запасом топлива — ведь полет «толкача» длится очень недолго.

По существу, такой «толкач» будет представлять собой летающую силовую установку. Он взлетит, толкая перед собой самолет, наберет необходимую высоту, а потом отцепится и совершит посадку на своем

построить таким образом, чтобы он пролегал в стороне от крупных населенных центров страны.

Кстати, в этой связи надо упомянуть и еще об одной идее, которая может найти применение в будущем. За последние годы все более широкое применение находит новый метод буксирования морских и речных судов, при котором тягач превращается в «толкача». Выгода заключается в том, что буксируемому судну не приходится двигаться в струе, отбрасываемой винтом тягача. Это значительно уменьшает требуемую мощность буксирования. Кроме того, при этом повышается маневренность всего каравана. Вот такие же «толкачи» и предполагается использовать в воздушном флоте.

Нужда в «толкаче» возникает потому, что мощность, необходимая для взлета и набора высоты, намного превышает мощность установившегося горизонтального полета. Вот почему самолету как бы требуются два различных двигателя: один, гораздо более мощный, — для взлета, другой — для остального полета.

аэродроме. Самолет же, поднятый в воздух, будет продолжать полет.

Но вернемся к атомной авиации. С ней связано еще одно интересное и несколько неожиданное предложение. Неожиданное потому, что оно представляет собой, на первый взгляд, возврат к давно прошедшему этапу борьбы за покорение воздушного океана. Речь идет об использовании дирижаблей, казалось навсегда ушедших со сцены.

Секрет такого возврата прост. С помощью атомной установки дирижабль способен совершать полет любой, практически неограниченной дальности. Скорость его может быть, конечно, большей, чем у самых быстроходных океанских кораблей. Атомный дирижабль, кроме того, может предоставить пассажирам не меньший, если не больший комфорт, чем огромные океанские лайнеры. В то же время особенности дирижабля позволяют устранить значительную часть тех опасностей, с которыми связано радиоактивное излучение атомной установки.

Представьте себе такой атомный дирижабль. Металлическая сигара длиной метров 300, высотой побольше некоторых московских высотных зданий. Грани сигары, изготовленной из алюминиевого сплава, обработаны методом глубокого анодирования. Они имеют красивый голубоватый оттенок, причем, кажется, каждая грань — свой, в зависимости от освещения. Эта обработка придает особую поверхностную твердость оболочке дирижабля, наполненной гелием. В передней части, под сигарой, расположены пассажирские помещения, напоминающие снаружи океанский корабль. В них могут разместиться почти 2000 пассажиров. Сзади под сигарой расположены два пояса гигантских многолопастных воздушных винтов, приводимых в движение газовыми турбинами. Эти турбины работают на том же гелии, который заполняет оболочку, и развивают каждая мощность 100 тысяч лошадиных сил. Так как всего двигателей на дирижабле 12, то общая мощность его силовой установки составляет 1200 тысяч лошадиных сил.

Какое колоссальное количество топлива потребляли бы двигатели корабля, если бы они работали на бензине или керосине! Но в действительности общий расход топлива составляет всего примерно... 100 граммов в час. И это неудивительно. Двигатели работают на ядерном горючем, в невидимом клочкотании внутри атомных реакторов освобождающем свою колоссальную энергию. Два таких реактора, снабжающие энергией все двенадцать двигателей, скрываются в недрах гигантской сигары дирижабля, где-то в ее задней части, над двигателями. Гелий, охлаждающий реакторы, поступает затем в газовые турбины и, передав им полученную в реакторах энергию, возвращается обратно. Таким образом, он циркулирует в замкнутом контуре бесконечное количество раз, путешествуя из реакторов в турбины и обратно.

Удаленность реакторов от пассажирских помещений позволяет снабдить их сравнительно небольшой и легкой биологической защитой.

Меньше и угроза катастрофы дирижабля, — если откажут двигатели, падение ему не грозит.

Мы могли бы долго перебираться с одного этажа этого гигантского корабля на другой, осматривая каюты-люкс, рестораны, солярии, кинозалы, теннисные корты...

Удобств здесь значительно больше, чем на знаменитых океанских лайнерах. А стоимость полета на таком дирижабле, скорость которого будет не меньше 250 километров в час, гораздо ниже, чем на лайнере.

Кто знает, может быть, читателям этой книги и удастся совершить межконтинентальный полет на атомном дирижабле...

Кстати сказать, атомные дирижабли могли бы с большим успехом применяться не только в пассажирском, но и грузовом авиасообщении. Это был бы очень дешевый и быстрый способ перевозки самых различных грузов. Но особенно ценной помощью дирижаблей может быть в тех случаях, когда приходится перевозить так называемые негабаритные грузы, то есть грузы очень больших размеров. Их перевозка иногда превращается в сложнейшую инженерную проблему.

Вот, например, одна из таких проблем, с которой встретились строительные организации у нас в стране¹. Как перевезти на заводскую площадку огромные цементные печи? Размеры этих печей таковы, что ни один вид транспорта с их перевозкой справиться не может. Приходится идти, по существу, на варварское средство: резать эти печи на части и затем сваривать их снова уже на цементном заводе. Да и «куски», на которые режут печь, оказываются все равно столь громоздкими, что для их перевозки по железной дороге приходится приостанавливать встречное движение поездов и снимать электрические провода на электрифицированных участках пути. А дирижабль с такой ношей, как целая цементная печь, справится шутя, под ним можно подвесить хоть весь цементный завод...

А можно подвесить, например, целый огромный участок магистрального трубопровода. Сейчас какой-нибудь газопровод сваривается из труб длиной 10—12 метров — более длинную трубу не доставишь на место. А дирижабль в состоянии перевезти трубу длиной 100—150 метров! И не просто перевезти, но и уложить ее в траншею. Так можно перевозить и длинные участки готового к укладке железнодорожного пути², и целые мосты.

Сколько других подобных грузов (вроде гигантских турбин сверхмощных сибирских гидроэлектростанций, огромных космических ракет и т. п.) мог бы без труда перевезти дирижабль! Это сэкономило бы колоссальные средства, труд и, главное, время, столь дорогое в наш век. Да, поистине, дирижабли рано списали в расход, им уготовано, судя по всему, большое место и в эпоху реактивных лайнеров и космических скоростей полета.

¹ Газета «Правда», 9. X. 1962 г.

² Газета «Комсомольская правда», 30 апреля 1964 г.

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ ЭКСПРЕСС

Из этой главы читатель узнает о сверхскоростной дальней авиации будущего и примет участие в молниеносном перелете с континента на континент на баллистическом пассажирском ракетном корабле.

И все же наиболее замечательные перспективы пассажирского авиасообщения связаны не с атомной энергией. Они определяются успехами в развитии техники, не имевшей до сих пор ничего общего с пассажирской авиацией, — техники баллистических ракет.

Баллистика — наука о движении артиллерийских снарядов, пуль, бомб. Слово «баллистика» происходит от мирного греческого ballo — бросаю, мечу. Однако очень скоро это слово наполнилось грозным боевым содержанием. Уже в древности печальную славу приобрела метательная машина — баллиста, служившая осадным оружием. Она метала камни, бревна с металлическими наконечниками и другие мало-приятные «гостинцы» осажденным...

Но какой детской забавой кажется баллиста по сравнению с изобретением наших дней — сверхдальней, межконтинентальной баллистической ракетой! Эта ракета летит по законам баллистики, то есть как артиллерийский снаряд; она способна перелетать с континента на континент, на многие тысячи километров.

Нас уже давно перестали удивлять перелеты самолетов на столь большие расстояния. Они стали возможными в результате сочетания чудесной подъемной силы крыла самолета, несущего на себе десятки тонн груза, с замечательным двигателем, способным работать много часов подряд. Но как может совершить подобный полет ракета, если она вовсе лишена крыла, а ее двигатель, как известно, работает считанные минуты, поглощая тонны топлива?

Вот здесь-то и приходят на помощь законы баллистики в союзе с замечательными свойствами ракетного двигателя.

Бросьте сильнее камень — он залетит дальше и поднимется выше. Можно перебросить камень и с материка на материк, только для этого придется уж очень сильно его бросить. И то, что не под силу мышцам человека, совершается его разумом. С помощью ракетного двигателя на коротком взлетном участке ракета разгоняется до скорости в несколько километров в секунду. На всем остальном многотысячекилометровом пути двигатель не работает. Ракета летит по дуге гигантского эллипса, в одном из фокусов которого помещается центр земного шара. Чтобы совершить перелет на несколько тысяч километров, нужна начальная скорость в 6—7 километров в секунду. При таком разгоне ракета поднимается на тысячу километров и даже более.

Создание межконтинентальной баллистической ракеты является

вершиной развития современной ракетной техники. Оно стало возможным благодаря развитию многих отраслей знания, совершивших гигантский скачок вперед, — и автоматики, и телемеханики, и радиоэлектроники, и металлургии, и техники полупроводников, и кибернетики, и многих-многих других отраслей науки и техники. Только страны с высокой культурой и передовой индустрией в состоянии создать межконтинентальную ракету.

Но какое отношение имеет все это к пассажирской авиации? Уж не собираемся ли мы, чего доброго, перебрасывать и пассажиров с континента на континент в ракетном «камне»?

А почему бы и нет? Что этому мешает?

Конечно, пассажиры — не заряд взрывчатки и даже не электронные приборы. Организация «баллистических» пассажирских сообщений связана со многими очень серьезными трудностями. Но эти трудности преодолимы, и потому в таких пассажирских сообщениях ничего принципиально невозможного нет. Их будущее зависит скорее от того, по какому пути пойдет развитие баллистических ракет.

Появление на свет дальней баллистической ракеты связано с мрачными событиями. Правда, ее первый прыжок был гораздо более скромным, чем с континента на континент. По пути к цели ей пришлось перенестись через Ла-Манш, пролетев всего около 300 километров. Однако жители британской столицы до сих пор не могут забыть грохота неожиданных взрывов, рушащихся зданий, крови и смерти, которые несли с собой фашистские «Фау-2».

Неужели баллистические ракеты не могут сослужить людям мирную службу?

Конечно, могут. И уже служат. Сотни тяжелых баллистических ракет поднимались в верхние слои атмосферы с грузом научных приборов. С помощью ракет удалось и удастся получить ценнейшие сведения — ведь только одни эти ракеты и способны доставить их. Астрономия, геофизика, ядерная физика, метеорология, радиотехника, геодезия, картография, магнитология и многие другие науки шагнули далеко вперед, используя эти сведения, а в будущем шагнут еще дальше. Недаром в программу исследований Международного геофизического года были включены многочисленные запуски высотных ракет. В частности, советские ракеты поднимались в небо и у Северного, и у Южного полюсов Земли.

Но высотные ракеты — не единственный пример мирного использования баллистических ракет. Уже давно известны случаи, когда ракеты применялись для оказания помощи гибнущим кораблям или горным селениям, отрезанным от всего мира обвалами, для переброски почты в труднодоступные районы и т. д.

Но, пожалуй, особенно велика роль мощных баллистических ракет в астронавтике — эти ракеты стали истинными локомотивами космоса. С помощью баллистических ракет советские ученые запустили первые искусственные спутники Земли, положив этим начало космической



Взлет пассажирской баллистической ракеты.

эре. Искусственные спутники уже дали науке сведения неоценимого значения. Ведь как ни хороши высотные исследовательские ракеты, их полет длится считанные минуты, а на какой-нибудь нужной высоте они и вовсе бывают лишь мгновения.

Баллистические ракеты вышли уже на орбиты вокруг Солнца. Первой в мире искусственной планетой стала советская космическая ракета, запущенная в январе 1959 года. Так были разорваны навсегда цепи земного тяготения, превзойдена скорость отрыва, или вторая космическая скорость, равная 11,2 километра в секунду. С помощью баллистических ракет-носителей были осуществлены исторические полеты советских «лунников», выведены на межпланетные трассы автоматические станции «Венера-1», «Марс-1», «Зонд-1».

У баллистических ракет большое будущее в космосе. С их помощью будут созданы многие новые искусственные спутники Земли — научно-исследовательские, связные, метеорологические, навигационные и другие. Без них невозможно сооружение крупных населенных искусственных спутников, целых «островов у берегов Земли», с большими коллективами ученых различных специальностей. Ракеты, с помощью которых уже совершен полет человека в космос, пока еще полет по орбите вокруг Земли, унесут и первых космонавтов на Луну и на планеты солнечной системы.

Баллистические ракеты станут основным сверхскоростным пассажирским сообщением и здесь, на Земле. Это будет, кстати сказать, не только самый скоростной, но и самый дешевый вид транспорта.

...Оглушительный грохот наполнил ракетодром, расположенный недалеко от большого города. Но в уютных каютах межконтинентальной баллистической ракеты царила абсолютная тишина. Последний взгляд через иллюминаторы на провожающих... Впрочем, с этой высоты никого узнать не удастся, хотя ночной ракетодром залит ослепительным светом.

Пилот корабля нажимает кнопку. Серебристо-синяя ракета, высотой с небольшой небоскреб, медленно и величаво отрывается от бетонного ложа и взмывает вверх. С каждым мгновением ее скорость увеличивается. Вот уже ракета на высоте нескольких километров. От нее отделяются и опускаются на парашюте стартовые ракеты твердого топлива, они помогали нашей ракете взлетать. Теперь она продолжает полет с помощью собственных жидкостных двигателей — целая батарея их установлена снизу. Тонны топлива — жидкого озона и нового высококалорийного горючего — исчезают в прожорливой глотке двигателей. Снопы пламени извергаются из их сопел.

Ракета непрерывно увеличивает скорость. Прошло несколько минут — и двигатели выключены, нужная скорость набрана. Ракета пролетает каждую секунду 6,5 километра. Сразу перестает действовать сила, вдавливавшая пассажиров в кресла, — их вес исчез. Теперь можно бы и «поплавать» в воздухе внутри кабины, но это не разрешено...

Стремительно уходит вниз Земля, ставшая огромным шаром.



Возможные траектории дальних полетов авиалайнеров.

Несмотря на яркое солнце, вокруг — черное небо в мириадах звезд. Стюардесса предлагает крепкий «космический» кофе, мороженое. Все это в «межпланетной» посуде — в тубиках, откуда содержимое надо выдавливать. Само оно не полетит — тяжести нет!

Прошло всего четверть часа — и ракета над Северным полюсом. С интересом смотрят новички на когда-то недоступное «белое безмолвие». Кое-кто неторопливо перелистывает страницы журнала — им, видно, не впервой.

Момента, когда ракета достигла максимальной высоты в 1300 километров и стала снижаться, никто из пассажиров не заметил. Не заметили пассажиры и того, что скорость ракеты, неизменно уменьшавшаяся после остановки двигателей, стала теперь снова расти. Да и как им было все это заметить, если в ракете непрерывно существовал все тот же мир невесомости. Ведь ракета все это время свободно падала на Землю, только сначала «падала вверх», а теперь так, как это соответствует обычным представлениям, — вниз.

Прошло 20 минут с начала взлета. Задняя, большая часть ракеты отделяется от пассажирской кабины, чтобы на специальных парашютах опуститься на Землю, — она еще послужит не раз. Уменьшившаяся ракета продолжает все убыстряющийся спуск. Но вот заработали посадочные двигатели, они тормозят падение. Уменьшить скорость облегченной ракеты им уже не так сложно.

30 раз обежала секундная стрелка циферблат, и ракета, пролетев более 8000 километров, пошла на посадку. Она садится на воду, в километре от берега. Выдвигается лыжа — ракета пенит морскую гладь. Еще 10 минут — и катер отбуксировал ракету к причалу. Пассажиры выходят на берег, утопающий в лучах утреннего солнца...

Где же происходил этот полет?

Пассажиры нашей ракеты вылетели из Ленинграда и сели у Нью-Йорка. Ракета перенесла их через Северный полюс на другую сторону земного шара. И, хотя весь полет длился полчаса, он начался вечером, а закончился утром следующего дня. Впрочем, эти «потерянные» полсуток пассажиры наверстают на обратном пути. Если угодно, они могут вылететь из Нью-Йорка сегодня же вечером и окажутся в Ленинграде в тот же день... утром. Так можно заменить при желании ночной сон в Ленинграде дневным бдением в Нью-Йорке. Если бы не стремительный полет, пассажиры нашей ракеты могли бы заметить в небе над Северным полюсом пассажирскую ракету, мчащуюся им навстречу с американскими гостями. Такая встреча куда лучше, чем встреча боевых баллистических ракет...

Так невозможное сегодня становится возможным завтра. Однако на пути осуществления «баллистического» пассажирского полета стоят очень большие трудности, и подобный полет — дело еще не завтрашнего дня. Пожалуй, более вероятно, что раньше будет осуществлен полет, который можно назвать «полубаллистическим».

В таком полете на помощь ракетному двигателю приходит крыло. Это позволяет значительно, почти вдвое, уменьшить скорость ракеты-самолета, которую должен сообщить двигатель. Нет нужды говорить о том, насколько это облегчает задачу.

В начале полубаллистический полет ничем не отличается от обычного баллистического. Точно так же ракета «выстреливается» вертикально вверх с помощью своего мощного ракетного двигателя. Но только на этот раз конечная, максимальная скорость ракеты должна равняться уже не 6—7, а всего 3—4 километрам в секунду. Соответственно и максимальная высота, на которую забирается ракета, тоже оказывается меньшей — «всего» 300—400 километров.

Но вот ракета набрала эту высоту и летит по направлению к цели. Разве, падая камнем с этой высоты, она в состоянии пролететь отделяющие ее от цели 10—12 тысяч километров?

Конечно, нет. Если бы наша ракета «падала камнем», то есть летела, как обычная баллистическая ракета, то дальность ее полета была бы гораздо меньшей и составила 2000 километров или немногим больше. Если она пролетает в 5—6 раз большее расстояние, то только потому, что это не простая баллистическая ракета, а ракета крылатая.

Идея крылатой ракеты высказана в нашей стране одним из пионеров отечественной ракетной техники Ф. А. Цандером и является исключительно плодотворной. Успех ее определило замечательное сочетание подъемной силы крыла с колоссальной скоростью полета. Конечно, первое время, пока ракета будет снижаться в практически безвоздушном пространстве, действие крыла проявляться не будет, и полет ракеты тоже ничем не будет отличаться от баллистического.

Но вот достигнуты высоты порядка 100 километров, где воздух уже достаточно плотен, чтобы оказать сопротивление летящей ракете и создать ощутимую подъемную силу ее крыла. Если до сих пор крыло

было вдвинуто в корпус ракеты (чтобы облегчить ее взлет), то теперь оно выдвигается. Ракета переходит с баллистической кривой на так называемую глиссаду — планирующий полет в атмосфере с постепенным, медленным снижением. В таком полете она может покрыть многие тысячи километров до места назначения.

Не исключен и другой метод осуществления полубаллистического полета крылатой ракеты, предложенный немецким профессором Зенгером, а у нас в стране — академиком С. А. Христиановичем. Этот метод позволяет, пожалуй, еще больше снизить потребную максимальную скорость ракеты. Он основан на дополнительном использовании свойств земной атмосферы, точнее говоря, ее строения.

Когда падающая с большой скоростью крылатая ракета врывается в плотные слои атмосферы, то это падение можно с помощью все того же крыла превратить снова в подъем. Вспомните, как иной раз высоко подпрыгивает камешек, брошенный плашмя в воду. При удачном броске такой рикошетирующий камешек может совершить несколько последовательных, постепенно затухающих прыжков.

Вот такие же «рикошетирующие» скачки в состоянии совершить и ракета. И в этом случае она при каждом следующем скачке будет подниматься на все меньшую высоту, пока наконец перейдет на обычную глиссаду. При удачном использовании рикошетирования дальность полета может быть большей, чем при простом планировании.

Конечно, и полубаллистический полет с помощью крылатой ракеты требует предварительного решения многих серьезных научных и инженерных проблем. Но нет сомнения, что в будущем крылатые ракеты-самолеты помчатся во всех направлениях над земной поверхностью, перенося пассажиров за какой-нибудь час-другой на огромные расстояния.

Глава XII

В АЭРОПОРТУ БУДУЩЕГО

В этой главе рассказывается о том, как будут обслуживаться самолеты и пассажиры в аэропортах будущего, как будет обеспечиваться искусственный климат в кабине самолета на стоянке, как будет решена проблема «зайца и черепахи».

Как видно, пассажирская авиация будущего использует ряд различных самолетов, даже если иметь в виду только дальнейшее сообщение. Но когда мы говорим об этой авиации, то не можем ограничиваться рассмотрением одних лишь типов самолетов. Конечно, самолет — главное, но, перефразируя крылатое выражение замечательного артиста и режиссера К. С. Станиславского о том, что театр начинается и закан-

чивается гардеробом, можно сказать, что пассажирская авиация начинается и заканчивается аэропортом.

С каждым годом роль аэропорта становится все большей. Ведь современные самолеты, а тем более самолеты будущего, — это огромные, сложнейшие машины, целые летающие города. Техническое обслуживание такого самолета при стоянке на земле — осмотр, заправка топливом и прочее — это комплекс разнообразных и сложных операций. Все эти операции должны занимать как можно меньше времени, ибо самолеты должны летать, а не стоять на земле. Это условие является одним из важнейших для экономичности воздушного транспорта (от него зависит, в частности, и цена пассажирского билета).

Но мы хотим рассказать о том, что прежде всего волнует пассажиров самолета.

Пусть вы стали обладателем билета на дальний рейс. Вас, конечно, интересует, за сколько времени до отлета нужно прибыть в аэропорт: за 5 минут или за час?

Посадка на поезд обычно начинается на конечных станциях за 30—40 минут до отправления. На промежуточных остановках поезд задерживается 10—15 минут. Все пассажиры вполне успевают за это время сойти или сесть.

Но ведь в железнодорожном вагоне всего 30—40 пассажиров, а в самолетах будущего их — не менее нескольких сот. Посадка на такие самолеты будет, вероятно, происходить, как в морском порту. На какую-нибудь «Победу» или «Адмирала Нахимова», пришвартовавшихся у причала, погрузка длится часами. Все время взад-вперед по трапу снуют пассажиры, провожающие, моряки. Неужели так же будет и в аэропортах?

Если для морского корабля каждый час стоянки — это 30 потерянных километров пути, то для воздушного экспресса — многие сотни, а то и тысячи. Однако это не самое главное. Пароходы редко мешают друг другу у причала, они ходят для этого недостаточно часто. Иное дело — авиация. Уже сейчас пассажирскому самолету приходится иной раз дожидаться, кружась над аэродромом, пока освободится место. Что же говорить о будущем? Понятно, что во всех случаях нужно всячески сокращать продолжительность стоянки самолета в аэропорту до минимума.

Но это значит, что нужны какие-то радикальные изменения в проведении посадки и высадки пассажиров. Вряд ли в будущем можно представить себе тоненькую цепочку пассажиров, поднимающихся по высокому, в несколько этажей, трапу и скрывающихся в единственной двери самолета. Такой способ, характерный для нынешних самолетов, очевидно, не устроит авиацию будущего.

Скорее можно вообразить другое. Воздушный экспресс стоит вплотную у здания аэровокзала. Это здание, имеющее, на первый взгляд, какие-то причудливые архитектурные формы, кажется состоящим



Аэровокзал будущего. Телескопические посадочные трапы подведены прямо к самолету.

из одного стекла. Широкие трапы переброшены с посадочных галерей аэровокзала сразу на все четыре палубы лайнера. Открыты по две двери на каждой палубе, в передней и задней части самолета. Если нужно, можно воспользоваться и запасным входом в средней части фюзеляжа. Восемь потоков пассажиров вливаются в самолет. А несколько минут назад по этим трапам пассажиры сошли с лайнера. В это же время у противоположного борта самолета автопогрузчики ведут погрузку и выгрузку багажа. Одновременно идет и заправка самолета топливом с помощью огромных автозаправщиков. Через самое короткое время самолет будет подготовлен к старту.

В других аэропортах, где не будет совершенных зданий аэровокзала, пассажиры воспользуются передвижными самоходными трапами, эскалаторы которых смогут быстро доставить их на любую палубу самолета и так же быстро спустить оттуда на землю.

Но даже в лучшем случае самолет простоит в большом аэропорту примерно час. Каково будет пассажирам, находящимся на борту самолета все это время? Ведь когда самолет находится в полете и его двигатели работают, то работает и система кондиционирования воздуха — в кабине поддерживается нормальная температура и влажность воздуха. На стоянке же, естественно, двигатели остановлены — не работает, значит, и система кондиционирования. Зимой пассажирские кабины будут вымерзать, летом в них может стать нестерпимо жарко, а в южных районах с повышенной влажностью, где-нибудь у тропиков, просто нельзя будет дышать. . .

Вот почему уже сейчас в хорошо оборудованных аэропортах к самолету во время стоянки подъезжает автомашина какого-то странного вида или же тягач подвозит большую, закрытую со всех сторон и блестящую металлом прицепную тележку. От этой автомашины или тележки к самолету тянется большой гибкий шланг, вроде пожарного рукава, но значительно большего диаметра. И вот уже внутрь кабины течет подогретый или охлажденный, осушенный или увлажненный, очищенный и дезинфицированный — одним словом, кондиционированный воздух. В кабине устанавливается свой, совсем не похожий на окружающий, «комфортный» климат.

Но, пожалуй, и эта забота о пассажирах будет снята с аэропортов и станет обязанностью экипажа самолета. Да и сейчас уже, правда пока в очень редких случаях, новые пассажирские самолеты сами справляются с задачей создания искусственного климата для пассажиров и экипажа не только в полете, но и на стоянке. Можно думать, что в будущем это станет не исключением, а правилом.

Но как заставить работать систему кондиционирования, если на стоянке двигатели самолета выключены? Не запускать же один из них или даже все сразу!

Конечно, нет. Очевидно, на самолете должен быть установлен какой-нибудь специальный двигатель. Его можно использовать для приведения в действие многочисленных вспомогательных агрегатов само-

лета — электрогенераторов, насосов и других. Из всех возможных типов этих вспомогательных силовых установок наилучшей оказывается миниатюрная копия основного газотурбинного двигателя. Такой двигатель, развивающий мощность от 50 до 250 лошадиных сил, занимает немного места и обладает небольшим весом. Уже сейчас на новых пассажирских самолетах все чаще появляются эти маломощные газотурбинные вспомогательные силовые установки.

Итак, первая претензия пассажиров к аэропорту связана не с полетом, а с пребыванием самолета на земле до и после полета. Вторая претензия появляется еще до того, как пассажир прибыл в аэропорт, или после того, как он его уже покинул. Эта претензия с каждым годом становится все серьезней и справедливей.

Давайте представим себе... Летите вы на реактивном экспрессе из Владивостока в Москву. Вылетели в 9 часов утра и садитесь во Внукове снова в 9 часов утра того же дня. Весь полет длился 7 часов — вы летели наперегонки с Солнцем.

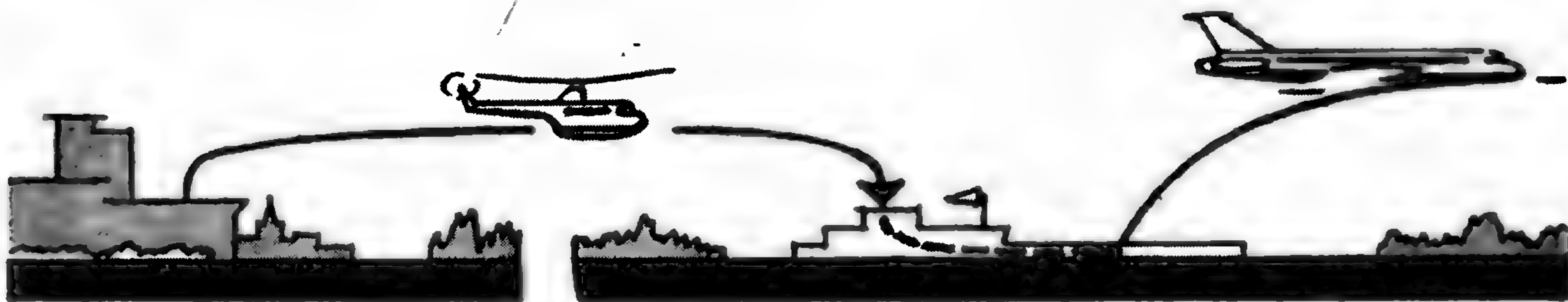
Теперь вам надо добираться из Внуковского аэропорта до Москвы на автобусе или автомобиле. Проходит еще час, пока вы наконец оказываетесь в центре города. Разве не обидно: за 7 часов — из Владивостока во Внуково, а потом час — от Внукова до Москвы?

Чем дальше, тем сильнее будут расходиться эти «ножницы». Время, затрачиваемое на перелет, будет уменьшаться. А время на поездку в аэропорт и из аэропорта будет во многих случаях возрастать. Не потому, конечно, что автомобили станут двигаться с меньшей скоростью из-за «пробок» и заторов на дорогах. Дело в другом. С каждым годом все труднее становится подыскивать подходящую для аэропорта площадку вблизи крупнейших городов, — территория вокруг них быстро застраивается. А с другой стороны, и аэропорты требуют все больших площадей — из-за роста скорости полета длина взлетно-посадочных полос тоже сильно возрастает, да и подходы должны быть хорошие. К тому же большим злом стал шум реактивных самолетов, оставивших, к сожалению, в этом отношении далеко позади самолеты поршневые.

Неудивительно, что проблема связи с аэропортом давно уже стала привлекать к себе внимание. Как, действительно, бороться за сокращение времени в пути, когда другой путь, до аэропорта, всю эту экономию съест? Час — из Москвы до Ленинграда и два часа — до аэропорта и от аэропорта.

С досады авиаторы окрестили эту проблему «зайцем и черепахой». В самом деле, рейсовые самолеты, можно сказать, перепрыгивают с одного аэродрома на другой, ну прямо, как зайцы, даром, что зайцы не прыгают на пять тысяч километров. А потом от аэродрома ползи на черепахе, не в обиду автомобилистам будь сказано.

Но неужели так и будут сосуществовать «заяц и черепаха» вопреки известному выводу поэта о том, что «в одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань»?



«Тройной прыжок» в пасса-

Авиационная техника не может примириться с таким анахронизмом, как автомобильное сообщение с аэропортом. Нужно превратить пассажирский полет не в один простой прыжок из одного аэропорта в другой, а в прыжок сложный, напоминающий известный в спорте тройной прыжок. Сначала короткий прыжок из города в аэропорт, потом — основной прыжок в другой аэропорт и, наконец, третий, заключительный прыжок — из аэропорта в город.

О том, как это будет сделано и уже делается, рассказано в следующей главе.

Глава XIII

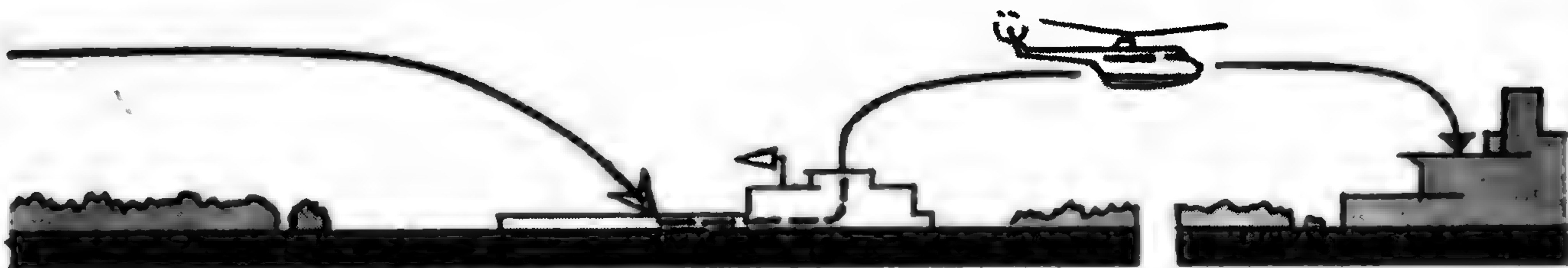
НЕЛЬЗЯ ЛИ БЕЗ АЭРОДРОМА?

Эта глава расскажет о том, как конструкторам удается создавать самолеты с укороченным пробегом при посадке, и о том, что представляет собой «реактивный тормоз» современных скоростных самолетов.

Но можно ли вообще решить такую задачу, как посадка самолета на центральной площади города?

Все развитие авиации, в особенности за последние годы, было связано не с уменьшением размеров аэродромов, а, наоборот, с их значительным увеличением. Это было прямым следствием непрекращающейся ни на минуту борьбы за увеличение скорости полета, которую вела и ведет авиация.

Чтобы самолет летел с большей скоростью, его двигатель, как мы уже знаем, должен развивать большую тягу, а сам самолет обладать меньшим лобовым сопротивлением. Реактивные двигатели позволили решить первую часть задачи — они развивают огромную тягу при малом собственном весе. Решение второй части задачи преобразило внешний вид самолета. Прежде всего это сказалось на крыле — оно стало очень небольшим, чаще всего стреловидным, то есть загнутым назад, как оперение у стрелы. Изменилась и дужка крыла, то есть профиль его поперечного сечения. Вместо каплевидной «удобообтекаемой»



жирской авиации будущего.

формы, характерной для дужки крыла самолетов прошлого, крыло современного самолета стало тонким, с острой ножевидной передней кромкой.

Но такое преобразование крыла оказалось обоюдоострым. Оно позволило обеспечить полет с невиданными доселе скоростями, но зато ухудшило летные качества самолета в других отношениях. И прежде всего это сказалось на посадке.

Почему?

Крыло создает подъемную силу, необходимую для полета. Ведь самолет взлетает так же, как взмывает в воздух обычный, всем известный змей. В обоих случаях подъемная сила создается наклонно движущейся плоскостью, пластиной. Именно по этому принципу создавалась вся современная авиация.

О том, как ведет себя наклонно движущаяся пластина, о ее аэродинамических свойствах можно судить, даже не зная аэродинамики. Так, например, совершенно ясно, что с увеличением размеров пластины она способна развить, при прочих равных условиях, большую подъемную силу. Уже в древности в некоторых странах на огромных воздушных змеях удавалось поднимать довольно высоко воинов-разведчиков. Понятно также, что большую пластину труднее продвигать в воздухе с прежней скоростью.

Очевидно, крыло с меньшей поверхностью создает и меньшую подъемную силу при одной и той же скорости движения. Поэтому, если самолет с меньшим крылом будет совершать посадку на прежней скорости, часть его веса окажется уже не уравновешенной подъемной силой, и этот неуравновешенный вес заставит самолет падать. Но никакого удара о землю при посадке быть, конечно, не должно.

Значит, любыми средствами нужно восстановить необходимую величину подъемной силы, близкую к весу самолета. А для этого нужно увеличить скорость движения. Вот почему современные реактивные самолеты садятся со скоростью, большей 200, а иногда даже 300 километров в час, то есть со скоростью, которая каких-нибудь 30—35 лет назад была максимальной для полета истребителей.

Понятно, что посадка на такой скорости представляет собой нелегкую задачу. Ведь трудно управлять и автомобилем, мчащимся по

асфальтированному шоссе с гораздо меньшей скоростью, а здесь еще нужно сначала благополучно достичь земной поверхности, плавно, без какого бы то ни было удара коснуться ее.

Но дело не только в этом. Садящийся с большой скоростью самолет пробегает до остановки значительное расстояние. И если в недавнем прошлом длина взлетно-посадочных полос редко достигала тысячи метров, то теперь она иной раз превышает три километра.

И еще одно немаловажное обстоятельство. Когда посадочная скорость была небольшой, то в случае необходимости можно было опуститься и на случайную площадку — ровное поле, луг или дорогу. Теперь это становится невозможным, отчего вынужденная посадка обычно равнозначна катастрофе.

Неудивительно, что авиационная наука и техника настойчиво ищут пути устранения этого огромного недостатка современных скоростных самолетов.

Один путь совершенно очевиден, но и не менее очевидно сложен. Ведь если самолету требуется не одно и то же, а разные крылья на разных режимах полета: короткое и сильно стреловидное — при максимальной скорости, длинное и с меньшей стреловидностью — при умеренных скоростях, и самое длинное — при взлете и посадке, то нельзя ли придумать крыло изменяемой геометрии? Чтобы оно выдвигалось или, наоборот, убиралось, когда это нужно?

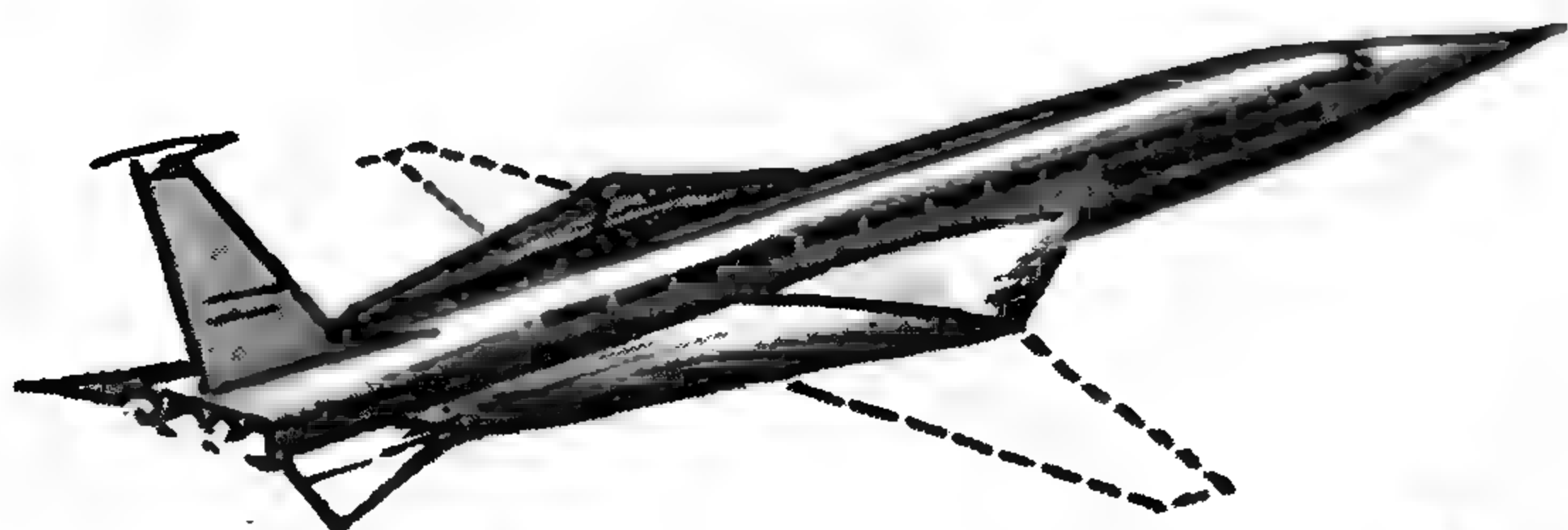
Этот очень заманчивый путь настойчиво исследуется современной авиацией. За рубежом предлагаются и изучаются многие проекты подобных самолетов¹. Нет сомнений, что в будущем многие самолеты будут иметь «раздвигающиеся» крылья, как в свое время была решена задача создания винта переменного шага или убирающегося шасси. Обе эти задачи когда-то казались не менее сложными. И все же до решения этой действительно трудной проблемы авиационная наука и техника проверяют и используют многие другие средства.

Прежде всего напрашивается мысль о том, нельзя ли уменьшить длину пробега современных самолетов при посадке, не уменьшая посадочной скорости. Такие возможности, действительно, есть и уже широко используются.

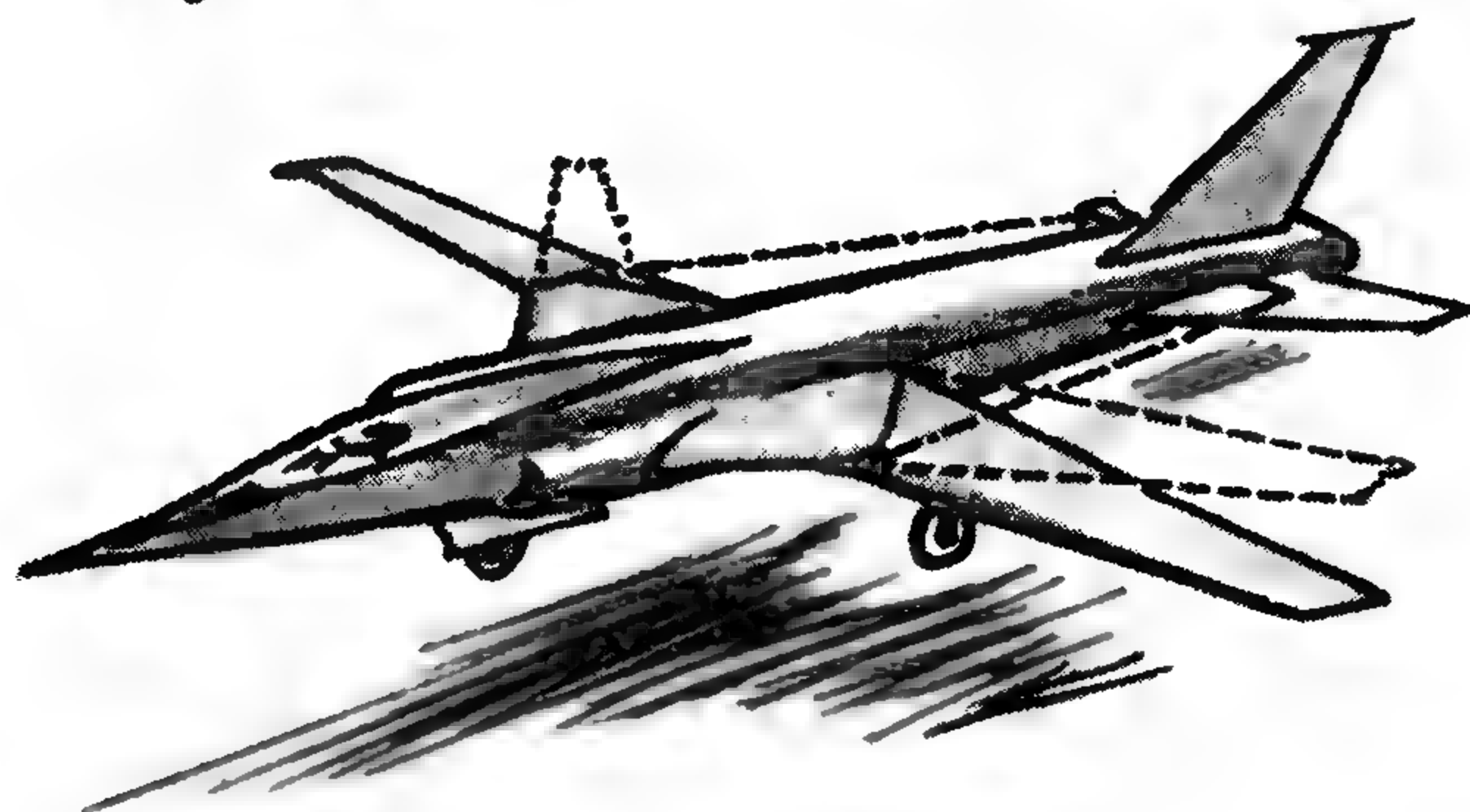
Нужно сказать, что пробег современных реактивных самолетов при посадке возрос не только из-за увеличения посадочной скорости. На заре авиации, когда пробег был и так небольшим, не было особой нужды принимать специальные меры для его дополнительного уменьшения. Скорость самолета, совершающего пробег после посадки, постепенно гасилась в результате сопротивления воздуха и трения колес о землю. Единственным тормозящим устройством был воздушный винт. Вращаясь с малым числом оборотов, он оказывал при посадке дополнительное и довольно сильное сопротивление. Скорость самолета быстро снижалась, и он останавливался.

¹ По журналу «Найшнл Эронотикс», январь 1963 г., и др.

Но вот посадочная скорость поршневых самолетов постепенно стала возрастать, и их конструкторы задумались над тем, как искусственно снизить длину послепосадочного пробега. Нельзя ли тормозить самолет так же, как тормозит шофер обычный автомобиль? Для этого



ПАССАЖИРСКИЙ,
СВЕРХЗВУКОВОЙ
САМОЛЕТ



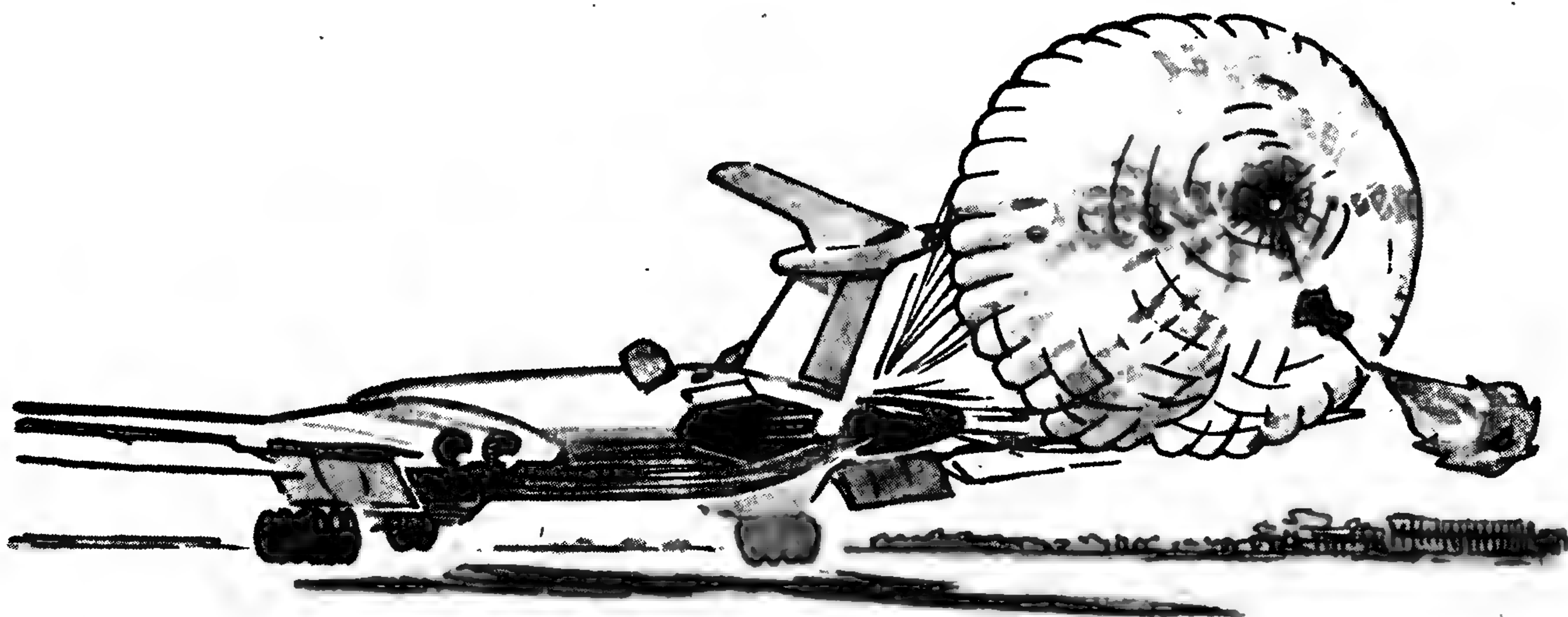
ИСТРЕБИТЕЛЬ



ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ
ЛЕГКИЙ
ТУРБОВИНТОВОЙ
САМОЛЕТ

Так могут выглядеть самолеты изменяемой геометрии — с «убирающимся» крылом (по проектам США). Показаны различные возможные положения крыла.

нужно снабдить колеса самолета такими же тормозами, как у автомобиля. Так и сделали. Правда, одного этого оказалось недостаточно. Ведь автомобиль — на четырех колесах, а на старых самолетах шасси имело два колеса, а иногда еще третье небольшое колесико или просто костыль сзади, для того чтобы хвост не ударялся о землю. Но при резком торможении с таким шасси самолет неизбежно, как говорят летчики, капотировал, то есть опрокидывался вперед. «Полный капот» нередко превращался в катастрофу. Вот почему использование тормо-



Так часто совершают посадку современные реактивные самолеты. . .

зов на колесах стало возможным только с введением третьего, носового колеса, исключаяющего возможность капотирования.

Однако и этого конструкторам показалось мало. Стали устраивать всякие воздушные тормоза — различные щитки, которые открывались во время пробега и таким образом увеличивали лобовое сопротивление. Иногда снабжают самолеты даже специальным парашютом, спрятанным в фюзеляже у хвоста. При посадке парашют выпускается и, конечно, сильно тормозит самолет (попробуйте быстро бежать, держа сзади раскрытый зонтик!). Интересно, что такой метод торможения был очень давно с большой пользой применен советскими летчиками. Во время первой арктической воздушной экспедиции на Северный полюс в 1937 году это позволило осуществить успешную посадку тяжелого самолета на льдину. Сейчас же такие тормозные парашюты применяются все шире. Иногда раскрываются сразу даже два, а то и три парашюта.

Но, пожалуй, главный эффект торможения был получен тогда, когда для него стали использовать более полно воздушный винт. Правда, это оказалось очень нелегким делом. Сама-то идея проста и очевидна. Ведь с первых лет развития авиации на самолетах применялись как тянущие, так и толкающие винты. Тянущие винты устанавливаются спереди крыла, тогда как толкающие — сзади. А что случится, если установить спереди крыла не тянущий, а толкающий винт? Пожалуй, самолет начнет пятиться. А ведь это как раз то, что нужно при посадке! Но нельзя же на ходу менять винты на самолете.

Вот тут-то и пришло на помощь усовершенствование воздушных винтов, сделанное совсем для другой цели. В авиации все шире стали применять так называемые винты изменяемого шага, то есть винты, лопасти которых могут поворачиваться вокруг своей оси во втулке

винта. Это оказалось необходимым, чтобы винт всегда работал в наилучших условиях при всех возможных скоростях полета. Но если лопасти винта можно поворачивать, устанавливая их под разными углами к направлению полета, то нельзя ли их повернуть так сильно, чтобы вместо отбрасывания воздуха назад, как это делают тянущие винты, они отбрасывали бы его вперед, как это сделали бы толкающие винты, установленные перед крылом? Это и позволило бы превращать один винт в другой. Правда, подобное, как его называют, реверсирование (то есть обращение) воздушных винтов оказалось совсем не простой задачей. Но она была все-таки успешно решена. Реверсируемые воздушные винты стали широко применяться, и с их помощью удалось значительно сократить пробег самолета при посадке.

Реверсирование воздушных винтов применяется теперь и на скоростных самолетах с турбовинтовыми двигателями. Но как же поступить с реактивными самолетами, у которых никаких винтов нет? Нельзя же реверсировать... реактивную струю?

А в самом деле, почему бы не воспользоваться этой замечательной возможностью? Ведь при посадке турбореактивные двигатели нельзя совсем выключить, так как в случае невозможности посадки, которая всегда может выясниться в последнюю минуту, самолету придется сразу же снова набирать высоту, или, как говорят летчики, уходить на второй круг. Ну, а раз двигатели все равно работают, то почему бы не использовать их выхлопные газы для торможения самолета?

Мало того, появляется и еще один соблазн. Дело в том, что турбореактивные двигатели современных самолетов пока еще далеки от совершенства и уступают поршневым двигателям в отношении так называемой приемистости, то есть способности быстро переходить с минимальной мощности на максимальную. Легко видеть, как важно в эксплуатации самолетов это требование. Так, например, если на пути



... а иногда и так.

совершающего посадку самолета возникает неожиданное препятствие, то даже не секунды, а доли секунды имеют значение, разрешится ли эта драматическая коллизия благополучно. Вот почему летчик в таких случаях рывком переводит рычаг управления двигателем от упора до упора, то есть с малого на полный газ.

Но летчику-то легко резко перевести рычаг, а реактивному двигателю вовсе не так просто сразу изменить режим работы. На заре развития реактивной авиации вместо быстрого увеличения тяги в подобных случаях либо происходила самопроизвольная остановка двигателя из-за срыва пламени в камере сгорания, либо возникал пожар, что чаще всего приводило к катастрофе. Поэтому в механизм управления двигателем было включено особое устройство. Как быстро ни передвигал летчик рычаг управления, до двигателя доходили только спокойные, замедленные команды этого устройства.

Но так можно было устранить лишь опасность катастрофы из-за остановки или пожара двигателя. А как же остающаяся опасность, связанная с чрезмерно медленным увеличением тяги двигателя? Сейчас реактивные двигатели удалось усовершенствовать настолько, что надобности в «хладнокровном» устройстве для управления нет. Переход на полную тягу осуществляется за несколько секунд вместо прежних 20—30 секунд. И все же эта приемистость недостаточна, хотелось бы достичь перехода от минимальной к максимальной тяге за 1—1,5 секунды.

Вот тут-то и приходит мысль о том, нельзя ли сразу убить двух зайцев? Действительно, как хорошо было бы создать устройство, которое по желанию летчика могло бы изменять направление реактивной струи. С помощью этого устройства струю газов, вытекающих из двигателя, можно было бы направлять не назад, как обычно, а в стороны или даже вперед. Тогда не было бы нужды давать при посадке малый газ с риском вызвать остановку двигателя или не успеть перевести его при необходимости на полную мощность. Пусть двигатель работает по-прежнему на полной мощности, но газы вытекают уже не назад, как в обычном полете. Ведь если выпускать их в стороны, то они не будут создавать вообще никакой тяги, а если вперед, то тяга станет уже не разгонять, а тормозить самолет. Тогда и пробег при посадке значительно уменьшится, и при необходимости можно почти мгновенно восстановить полную летную тягу, переключив устройство на выпуск газов назад.

Принципиально такое устройство для реверсирования тяги турбореактивного двигателя создать нетрудно. Для этого достаточно установить на выходе из двигателя какие-нибудь поворотные заслонки, которые в одном положении полностью открывают выходное сечение сопла, а в другом закрывают, заставляя газы вытекать в стороны или вперед. Но в действительности создать работоспособное и надежное реверсирующее устройство совсем не просто. Ведь детали такого устройства при работе двигателя непрерывно оmyваются раскаленными

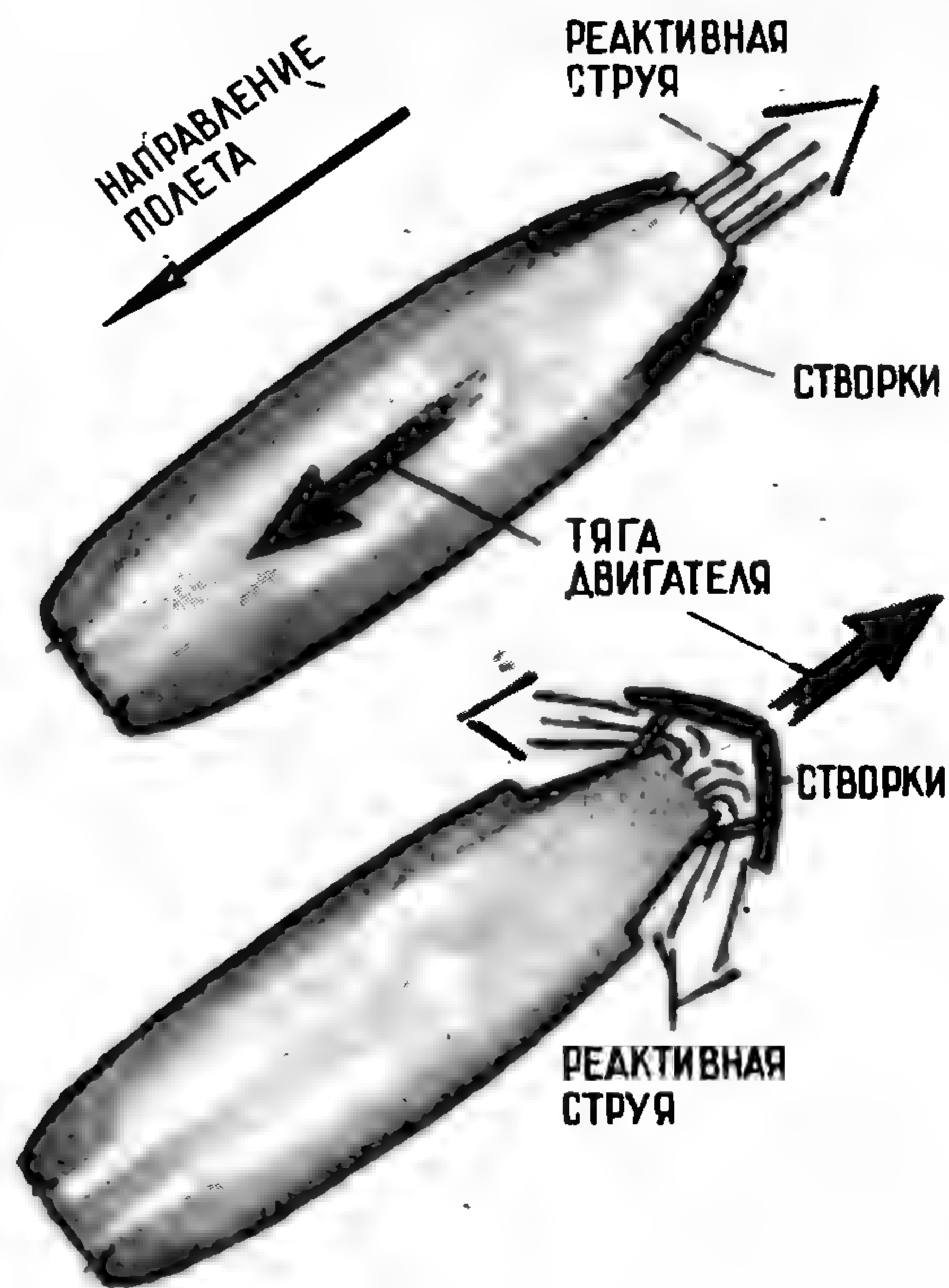
газами, текущими с большой скоростью. Особенно сложны условия работы реверсирующего устройства, когда оно установлено на турбореактивном двигателе с форсажной камерой: в этом случае температура газов может составлять уже не 600—700°, а 1600°. Ну и, кроме того, конечно, реверсирующее устройство совсем не должно вызывать уменьшения нормальной тяги двигателя.

Подобные устройства для реверсирования тяги турбореактивных двигателей созданы в самых различных конструкциях и получают все более широкое применение как в военной, так и в гражданской авиации. С помощью этих «реактивных тормозов» пробег самолета при посадке удастся сократить почти вдвое. Кроме того, летчики военных самолетов могут пользоваться ими и в полете.

Интересно смотреть на совершающий посадку самолет с таким устройством, в особенности в ночное время. Вот истребитель идет на посадку. Просто не представляешь себе, как можно на огромной скорости спуститься с неба на бетонную полосу аэродрома. Сзади из сопла двигателя вырывается голубоватый длинный язык пламени. Самолет уже коснулся колесами бетона посадочной полосы. Сейчас он будет мчаться по ней с сумасшедшей скоростью добрых два километра. Но нет, с ним что-то произошло: весь хвост озарился голубым пламенем, рвущимся откуда-то изнутри и в стороны. Скорость самолета, как бы вырастающего из огненного цветка, резко снизилась, и вот он уже покатил совсем медленно. Снова появился сзади факел выхлопа, теперь короткий и почти не светящийся, и самолет зарулил на стоянку...

Еще большее значение, чем сокращение пробега при посадке, имело бы, конечно, уменьшение посадочной скорости. Ведь при этом не только уменьшилась бы длина пробега, но и можно было бы использовать случайные посадочные площадки.

Самолеты с укороченной дистанцией взлета и посадки могли бы найти самое широкое применение. Это были бы самолеты местной связи, самолеты сельскохозяйственной, почтовой, санитарной и всякой другой специальной авиации. В таких самолетах-тружениках очень



«Реактивный тормоз» — устройство, реверсирующее тягу турбореактивного двигателя. Вверху — нормальный полет, створки закрыты; внизу — торможение, створки открыты.

большая нужда. Вот почему авиаконструкторы разных стран настойчиво работают над созданием и развитием самолетов короткого взлета и посадки.

Одним из таких самолетов является созданный у нас коллективом известного авиаконструктора О. К. Антонова «АН-14» («Пчелка»). Видно, самым этим названием создатели самолета хотели подчеркнуть



Самолет-труженик «Пчелка» конструкции О. К. Антонова.

его «трудолюбивый характер». Самолет невелик, он поднимает шесть человек и 150 килограммов груза, а без пассажиров — 600 килограммов. Дальность беспосадочного полета «Пчелки» превышает 1000 километров; два ее поршневых двигателя конструкции И. Г. Ивченко на 100 километров пути потребляют немногим больше топлива, чем автомашина «Победа». Но самое главное — для взлета и посадки «Пчелке» нужна площадка длиной 60—100 метров. Это, конечно, замечательное достижение авиации.

Однако уменьшение размеров аэродрома, необходимого для «Пчелки», досталось не даром. Максимальная скорость ее полета равна всего 250 километрам в час. Конечно, это намного больше, чем скорость «Победы», и вполне устраивает многие отрасли авиации, но как тут не вспомнить реактивные самолеты, мчащиеся со скоростью звука! . . . Вот если бы удалось сочетать их скорость со взлетно-посадочным пробегом «Пчелки»!

К тому же посадка даже с небольшим пробегом — все еще только полдела. Ведь «Пчелку» нельзя посадить на городской площади или плоской крыше здания. Для этого нужен самолет, который вообще не совершал бы пробега при посадке, то есть взлетал и садился вертикально.

Похоже на то, что обычному самолету такая сложная задача не под силу и здесь потребуются летательные аппараты принципиально нового типа.

НА ВРАЩАЮЩЕМСЯ КРЫЛЕ

В этой главе читатель познакомится с вертолетами, узнает о некоторых их особенностях, совершит прогулку на воздушном такси за город, а потом на туристском вертолете — над Днепровским каскадом гидроэлектростанций.

Самолет — не единственный летательный аппарат тяжелее воздуха, нашедший применение в авиации. Более того, первая построенная модель летательного аппарата тяжелее воздуха не имела характерного для самолета неподвижного крыла.

Эта модель была изображена на бумаге одним из величайших мыслителей всех времен Леонардо да Винчи и построена другим величайшим мыслителем — М. В. Ломоносовым. Модель поднималась в воздух с помощью подъемной силы, которая создавалась тоже крылом, но крылом, вращающимся в горизонтальной плоскости над фюзеляжем. В отличие от обычных винтов, создающих тягу для полета, этот винт был несущим: он нес на себе вес модели.

Однако долгие годы эта идея вертолета, или геликоптера, не была осуществлена из-за многочисленных технических трудностей, связанных в основном с устройством и работой несущего винта. Главная из трудностей заключалась в приводе винта (он оказывается неизмеримо более сложным, чем для обычного винта самолета — пропеллера).

Действительно, плоскость вращения пропеллера, как известно, не изменяется, она поворачивается только тогда, когда поворачивается сам самолет. Иначе обстоит дело с несущим винтом. Плоскость вращения этого винта должна иметь возможность наклоняться в разные стороны: куда будет наклонена эта плоскость, туда и полетит вертолет. Так можно заставить вертолет двигаться в любом направлении. А если винт совсем не наклонять, то вертолет будет вертикально подниматься, опускаться или парить.

Но одним наклоном плоскости вращения несущего винта не обойдешься. Для того чтобы вертолет мог изменять скорость полета, нужно изменять не только наклон плоскости несущего винта и число его оборотов, но и угол установки лопастей винта во втулке, или, как говорят, шаг винта. Значит, несущий винт должен обладать и механизмом поворота лопастей во втулке, похожим на такой же механизм обычных винтов изменяемого шага.

Однако и этого мало. В обычном винте изменяемого шага все лопасти имеют одинаковый шаг, один и тот же угол установки во втулке. У винта вертолета, наоборот, каждая лопасть имеет всегда свой особый угол установки. Да вдобавок этот угол непрерывно изменяется за время каждого оборота винта в определенных границах. Ведь все

лопасти обычного винта — пропеллера — работают в одинаковых условиях, а условия работы каждой лопасти несущего винта в любое данное мгновение различны: одна лопасть идет вперед, навстречу обдувающему ее потоку воздуха, другая — назад, как бы по течению, из-за чего скорость обдувающего потока уменьшается; одна лопасть движется вниз, другая идет в это время вверх.

Неудивительно, что создать надежную конструкцию несущего винта оказалось очень непросто. Нелегко было справиться и с сильными вибрациями, тряской, вызываемой винтом. В то же время самолет не только был давно построен, но с его помощью человек уже добился замечательных успехов в борьбе за покорение воздушного океана.

Почти полвека самолет был практически полным монополистом в авиации, и только в последнее время успехи науки и техники вызвали бурный прогресс вертолетостроения.

Вертолеты обладают как раз тем замечательным качеством, к которому мы стремимся. Они способны вертикально взлетать и садиться, свободно парить в воздухе. Поэтому они не нуждаются в больших аэродромах и действительно могут совершить посадку на любой площади города или плоской крыше здания. Вот почему тысячи вертолетов уже нашли самое широкое применение в транспортной, почтовой, сельскохозяйственной, санитарной и других отраслях авиации, а также в военной авиации. Мы будем недалеко от истины, если предположим, что в сравнительно недалеком будущем число самолетов и вертолетов, находящихся в эксплуатации, будет примерно одинаковым — на каждый самолет будет приходиться один вертолет.

Вертолет вполне пригоден, конечно, и уже широко применяется для связи аэропортов с городом и вообще для использования в качестве «авиатакси». Да и научиться управлять вертолетом будет не намного сложнее, чем автомобилем. Он станет поистине массовым летательным аппаратом будущего. Придет время, когда индивидуальные вертолеты будут столь же частыми, как индивидуальные автомашины сейчас. Не исключено и создание удобного автомобиля-вертолета, который может передвигаться и по воздуху и по асфальтированной магистрали.

Во всех случаях, когда потребуются скоростной полет на расстояния, уже достаточно большие для автомобиля и еще малые для самолета, с успехом будут применяться вертолеты.

... Вы решили провести воскресный день за городом. Рано утром открываете двери своего гаража и выводите во двор машину. Она имеет привычные для жителей городов будущего формы. Сзади — два сильно развитых крыла служат воздушными рулями. Сверху, в крыше пассажирской кабины лимузина, — продольная выемка, в которой укрыты два сложенных несущих винта, один над другим (такое основное расположение винтов применено в вертолетах конструктора Н. И. Камова). Нажимаете кнопку, и винты выходят из укрытия.

Вертолет готов к полету, ибо вы решили добираться до намеченного места по воздуху. Стартер запускает двигатель, как в автомашине, и винты начинают вращаться в разные стороны. Еще мгновение, и вертолет вертикально взмывает в воздух.

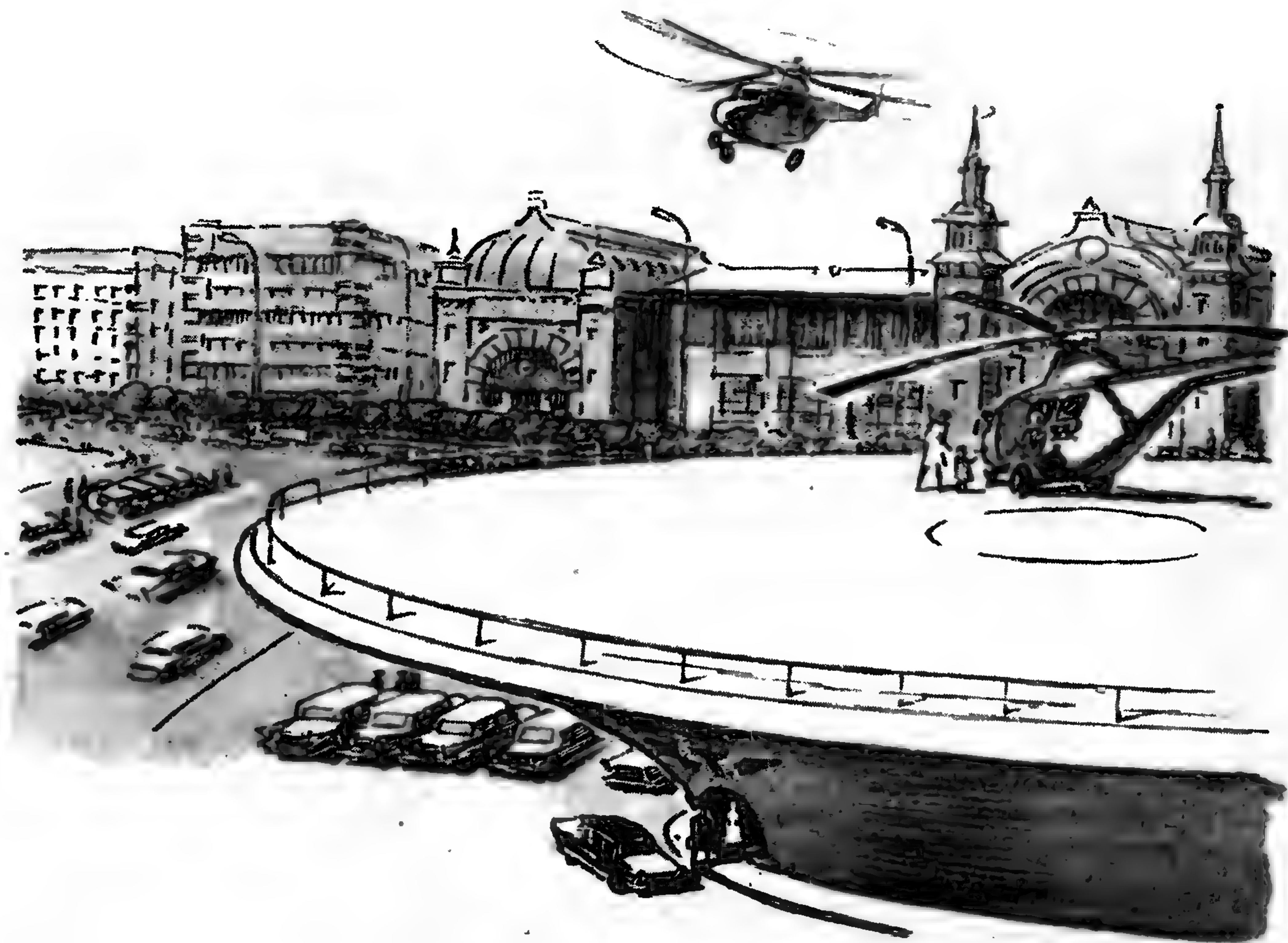
Вот уже набрана высота (примерно 400 метров), указанная правилами воздушного движения для полетов в нужном вам направлении. Вертолет на полной скорости летит к цели. Через полчаса вы опускаетесь на берегу Московского моря; узкой зеленой площадки между лесом и водой вполне достаточно для посадки. Ну, теперь скорее вытащить лодку из машины. Надуть ее с помощью механического компрессора — дело одной минуты. И вот вы уже лежите в лодке, чуть покачивающейся на едва ощутимой волне от прошедшего вдалеке теплохода, и безмятежно глядите в бездонное небо...

Но если у вас нет своего вертолета, а вы все же хотите отправиться за город, то вовсе нет необходимости час, а то и полтора скучать в вагоне электрички или трястись в загородном автобусе. К вашим услугам маршрутные авиатакси, отправляющиеся из нескольких пунктов города к излюбленным местам отдыха москвичей. Вы садитесь в кабину такого вертолета на Манежной площади, а через 30—40 минут выходите у Сенежского озера.

Если же вы хотите забраться с семьей или знакомыми в какую-нибудь глушь, к только вам одним известным местам рыбалки или грибным заповедникам, то к вашим услугам обычные индивидуальные воздушные такси с привычной полосой шашек по бортам и зеленой светящейся надписью над передним стеклом.



Вертолет-такси над одним из районов Москвы в недалеком будущем.



Стоянка вертолетных такси.

Это обойдется чуть дороже, но зато какое удовольствие! Ближайшая стоянка таких такси у Белорусского вокзала, туда вы и отправляетесь...

Вот большой, круглый, напоминающий огромный гриб павильон без стен, с круглой застекленной будкой в центре. Под крышей этого павильона стоят автомашины-такси. Их не менее двух десятков, они непрерывно въезжают и выезжают по всем радиальным направлениям. В центре, за стеклянной непрозрачной стеной, находятся диспетчерская, комната отдыха для водителей, телефоны, топливозаправочная колонка. Наверху, на плоской бетонной крыше павильона, площадка для вертолетов.

Вы подходите к диспетчеру и заказываете машину. Диспетчер в микрофон отдает распоряжение летчику и называет номер машины. Эскалатор быстро доставляет вас на крышу, находящуюся на высоте 5—6 метров. Перед вашими глазами — круглое бетонное поле с невысокой ажурной оградой. В центре находится люк, закрытый прозрачной крышкой вровень с поверхностью. Когда вы поднимались по эска-

латору, эта крышка бесшумно скользнула в сторону, выпустив вас, а затем так же бесшумно стала на место. Другой такой же люк с крышкой находится рядом. К этому люку как раз направляется несколько человек из вертолета, который только что сел. Когда первый из пассажиров подошел к люку, крышка его отодвинулась, а когда там скрылся последний — стала на место.

На площадке — несколько машин различных конструкций. Вы легко находите свою по номеру, отчетливо выделяющемуся на борту с черно-белыми шашечками. Еще минута — и вертолет взмывает в воздух, чтобы через некоторое время посадить вас на крохотную полянку у лесного озерка.

И вот уже доставивший вас вертолет растворился в голубом небе, вы одни...

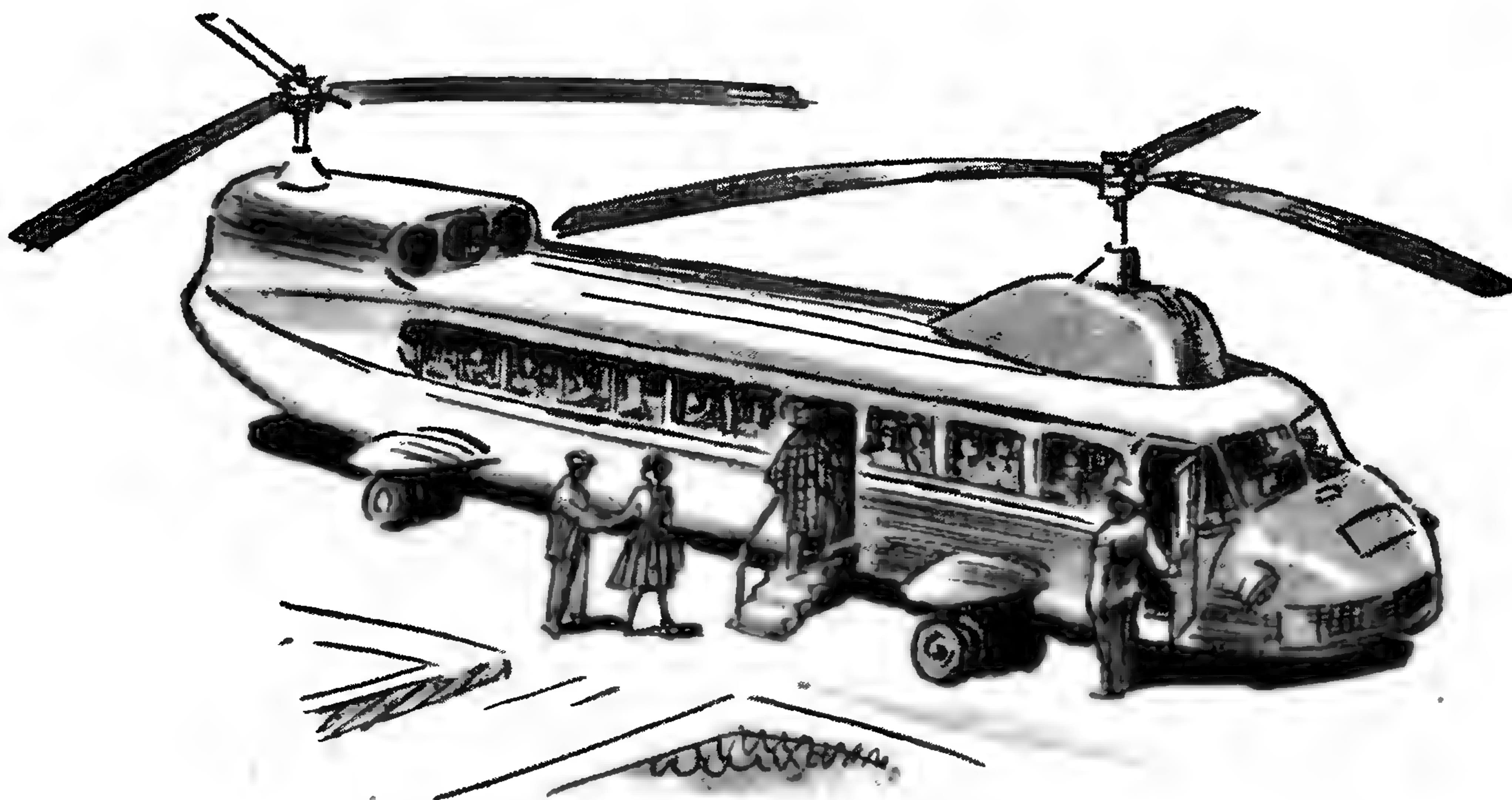
С помощью таких вертолетов-такси вы сможете быстро перелететь из одного района Москвы в другой, за несколько десятков минут — в любую дачную местность, за час-другой — во многие ближайшие к Москве города — Тулу, Рязань, Владимир, Калугу, даже Горький, Курск и другие. Отсюда же вертолет доставит вас во Внуковский аэропорт или в другие аэропорты столицы. Вас не испугает теперь и опоздание к поезду, на котором вы должны отправиться в дальнейшее путешествие, — вы его догоните на ближайшей станции. Почти во всех крупных городах страны вблизи вокзалов будут построены стоянки авиатакси. Пассажирам, сходящим с поезда, не нужно будет часами трястись на автомашине до районного центра или деревни.

Однако особенно ценной становится помощь вертолета там, где нет никакого другого транспорта или же этим транспортом служат, например, собачьи упряжки. Впрочем, даже и там, где существуют великолепные автомобильные магистрали, вертолет может оказаться незаменимым, например в Крыму, между Ялтой и Симферополем¹, или в других местах, где бесконечные подъемы, спуски, крутые повороты быстро выматывают непривычного пассажира. Да и экономия времени при этом большая.

Но, конечно, вертолеты смогут применяться в пассажирской авиации не только как такси или для индивидуального пользования. Они хорошо послужат, например, в качестве туристских машин. Что может быть интереснее путешествия по туристскому маршруту на вертолете! Возможность останавливаться и высаживаться где угодно по желанию путешественников, парить над наиболее красивыми местами на любой высоте и быстро передвигаться — делает вертолеты незаменимыми для туризма.

... Во время отпуска, который вы проводили в Киеве, друзья предложили вам принять участие в туристской поездке над Днепровским каскадом гидроэлектростанций. Именно — над, ибо речь шла о полете.

¹ Вертолеты уже начали регулярное движение по этой и другим линиям в нашей стране.



Туристский вертолет будущего.

Предложение оказалось таким соблазнительным, что вы, конечно, согласились. Правда, вы сомневались, как можно посетить все гидростанции на Днепре и даже побывать в Одессе за один день.

И вот наступил час отлета. Вместе с друзьями вы отправляетесь на одну из улиц города, где находится Туристское управление.

Огромный серебристо-белый фюзеляж вертолета, покоящийся на небольших колесах посреди просторной площади, напоминает не то железнодорожный вагон, не то странный, чрезмерно длинный автобус. Вдоль фюзеляжа тянутся широкие полосы стекла, и весь он кажется прозрачным. На обоих концах фюзеляжа сверху заметны высокие башенки, над которыми распластались винты. Сейчас широкие лопасти их, смахивающие на крылья ветряной мельницы, низко свешены. Да и вообще весь вертолет напоминает две мельницы, положенные на землю и приставленные друг к другу основаниями.

Внутри вертолета все блестит лаком и эмалью, светло, уютно. По обе стороны прохода вдоль стеклянных стен вытянулись ряды кресел, по два кресла с каждой стороны. Спинку кресла можно по желанию отклонять, нажимая на рукоятку. Здесь же сбоку при нажатии кнопки отскакивает квадратная пластинка, сделанная из красивой пластмассы, — получается небольшой удобный столик, на который можно положить книгу или поставить тарелку, когда стюардесса предлагает завтрак.

Послышался сильный свист — это запустили турбовинтовые двига-

тели. Один из них приводит во вращение передний винт, другой — задний. Мощность каждого двигателя составляет 15 тысяч лошадиных сил. Быстрее побежали по асфальту солнечные блики от вращающихся винтов, и... путешествие началось!

Экскурсанты, которых в вертолете около двухсот человек, прильнули к окнам. Внизу раскрылась панорама утреннего Киева. Вскоре из динамиков раздался голос экскурсовода, как потом оказалось, записанный на пленку.

Сначала ваш путь лежит не вниз, а вверх по Днепру, туда, где у древних круч Вышгорода построена первая из гидроэлектростанций Днепровского каскада — Киевская-комсомольская ГЭС. Широко разлилось перед плотиной самое молодое из днепровских морей — Киевское. Отлично видны уходящая вдаль защитная левобережная дамба длиной 70 километров, «запасное» искусственное озеро на вышгородских кручах, паруса яхт на море, многочисленные здравницы в зеленом раздолье этого чудесного уголка украинской земли.

Но вот уже вертолет летит назад, вниз по Днепру. Снова под вами Киев. Прошло полчаса, и на горизонте открылась панорама Каневской ГЭС, второй станции каскада. Над самой дугой плотины, перегородившей реку, вертолет снизился и замер на высоте в несколько десятков метров.

Вслед за Каневской гидроэлектростанцией под вертолетом проплыли молодое Кременчугское море и станция того же названия, построенная украинскими комсомольцами, потом четвертая станция каскада — Днепродзержинская, питающая своей энергией могучие заводы. Вертолет повернул направо, к югу, следуя за течением реки. Вот уже промчался внизу красавец Днепропетровск, и за ним потянулось широкое озеро Ленина — водохранилище, созданное выше первенца каскада — Днепрогэса. А вот и известная всему миру серая дуга плотины, которую тщетно пытались снести с лица земли фашистские захватчики. Огромный промышленный город Запорожье раскинулся на обоих берегах укрощенной реки.

Уже более 600 километров пролетел вертолет. Сразу же после Запорожья машина снова повернула на юго-запад, к последней станции каскада — Каховской.

Внезапно над ее плотиной вертолет стал быстро подниматься, уходя в небо по вертикали. Странное ощущение испытывали экскурсанты, глядя на открывающуюся под ними панораму, границы которой все расширялись. Стала хорошо видна паутина оросительных каналов, берущих начало в огромном Каховском море, — Южно-Украинский, Северо-Крымский и многие другие. Нити этих каналов скрывались в туманной дали. Вот уже высота достигла трех километров. Сзади стали угадываться знакомые очертания недавно покинутой Днепровской ГЭС и Запорожья, а в другой стороне, южнее, можно было отчетливо видеть Херсон, устье Днепра, Днепровский лиман. Наконец вертолет стал снижаться, летя в этом направлении, и вскоре внизу откры-

лись просторы Черного моря. Еще раз повернув направо, вертолет помчался прямо на запад. Курс — на Одессу!

Очередная остановка была не в воздухе, как прежде, а на берегу моря. Экскурсанты искупались и даже позагорали под знойным черноморским солнцем.

450 километров по прямой до Киева вертолет пролетел менее чем за два часа. 1500 километров проделал он за всю экскурсию в течение примерно девяти часов. Солнце стояло еще довольно высоко, когда он вернулся на ту же улицу украинской столицы, с которой стартовал утром...

В будущем вертолеты станут основным средством пассажирского и грузового сообщения на расстояниях примерно до 500 километров. Однако и у вертолетов есть свои, органически присущие им недостатки. Главный из них — скорость полета, ограниченная условиями, в которых приходится работать несущему винту. Она обычно не превышает 250 километров в час. Этого, конечно, мало даже в наш век, а что же говорить о будущем!

Правда, в будущем максимальную скорость вертолетов удастся, вероятно, существенно увеличить. Большое применение найдут также и реактивные вертолеты, у которых несущий винт вращается без механического привода — под действием реактивных струй, вытекающих с концов его лопастей. Несколько конструкций таких вертолетов существует и сейчас. Иногда на концах лопастей устанавливают реактивные двигатели: на небольших вертолетах прямоточные или ракетные, на крупных — турбореактивные. Реактивные вертолеты расходуют больше топлива, чем вертолеты с механическим приводом винта, но зато в них отсутствует сложная муфта привода винта, они получаются более легкими, их полезная нагрузка и скорость полета больше. Но, учитывая даже все возможные усовершенствования, в скорости вертолет никогда не сможет соревноваться с самолетом.

Глава XV

НА КРЫЛЬЯХ И БЕЗ КРЫЛЬЕВ

Эта глава знакомит читателя с необычными летательными аппаратами, которым принадлежит будущее, — «пингвинами», колеоптерами, «летающими сковородками», орнитоптерами и многими другими.

Ученые и конструкторы продолжают поиски таких летательных аппаратов, которые совмещали бы в себе достоинства самолетов и вертолетов без их недостатков. Они должны обладать высокой скоростью полета и способностью совершать вертикальные взлет и посадку.

Разными путями ведутся и будут вестись в дальнейшем эти поиски.

Неудивительно, что это привело уже сейчас к большому разнообразию типов таких летательных аппаратов, и число их будет все время расти. Вероятно, в будущем каждому узкому, специальному назначению будет соответствовать свой особый тип летательного аппарата.

Чтобы разобраться в разнообразных конструкциях этих аппаратов, как созданных, так и тех, которые предстоит создать, обратимся к физическим основам полета.

Для того чтобы аппарат тяжелее воздуха совершал длительный полет в атмосфере, необходимо приложить две силы. Одна из них должна поддерживать его в воздухе, то есть противодействовать земному тяготению, — это так называемая подъемная сила; другая должна двигать вперед с нужной скоростью, преодолевая сопротивление воздуха, — это так называемая тяга.

Во всех случаях длительного, установившегося полета в атмосфере любая сила, действующая на летательный аппарат, должна представлять собой силу реакции отбрасываемого воздуха или газов. Действительно, так именно создает тягу воздушный винт — пропеллер. Так же, конечно, создает реактивную силу несущий винт вертолета, только в этом случае воздух отбрасывается уже не назад, а вниз, отчего сила, создаваемая несущим винтом, направлена вверх. Это — подъемная сила. И точно таким же образом создает подъемную силу крыло самолета. Оно тоже отбрасывает воздух, отклоняет набегающий встречный поток вниз. Ученые, экспериментирующие в аэродинамических трубах, с помощью различных ухищрений видели это не раз простым глазом.

Принципиально то же самое происходит и в реактивном двигателе. Он так же создает тягу, отбрасывая струю газов. Разница, и очень существенная, заключается в том, что двигатель развивает тягу сам, без помощи каких бы то ни было движителей вроде винта. Поэтому реактивные двигатели и называют двигателями прямой реакции.

Но если каждая из двух основных сил, действующих на летательный аппарат, создается принципиально одним и тем же физическим явлением, то в разных летательных аппаратах она образуется по-разному. В самолете, например, тяга создается винтом или реактивным двигателем, а подъемная сила — крылом. В вертолете же обе силы создаются одним и тем же несущим винтом.

Как же совместить достоинства самолета и вертолета?

Вот, например, еще до появления вертолетов был создан и начал применяться летательный аппарат, получивший название автожира. Теперь такие аппараты у нас обычно называют винтокрылами: тяга, необходимая для полета, у них создается пропеллером, как и обычно, но крыла нет, а если и есть, то очень небольшое, оно заменено самовращающимся (или, как говорят, авторотирующим) несущим винтом. Задача такого винта оказывается, естественно, более легкой, чем у вертолета, и винтокрыл может достичь большей скорости. Некоторые новые винтокрылы, например советский винтокрыл конструкции



Самовращающийся несущий винт автожира заменяет крыло самолета. Слева — автожир на поплавках; тягу создает небольшой пропеллер, приводимый во вращение маломощным поршневым двигателем. Справа — увлекательный спорт: «жирокоптер», буксируемый обычной моторной лодкой, взмывает в воздух под действием авторотирующего винта (по журналу «Флайт», февраль 1963 г.).

Н. И. Камова, впервые показанный на авиационном празднике в Тушине в 1961 году, обладают скоростями в полтора раза большими, чем у вертолетов. Наш винтокрыл развил на 100-километровом замкнутом маршруте рекордную скорость — 366 километров в час, намного большую, чем у аналогичного по назначению английского винтокрыла «Ротодайн». В том же, 1961 году он установил в одном полете сразу 6 мировых рекордов по грузоподъемности, подняв груз 16 485 килограммов на высоту 2 557 метров¹.

¹ Газета «Правда», 26 ноября 1961 г.

Наряду с увеличенной по сравнению с вертолетами скоростью полета винтокрылы сохраняют преимущество вертикального взлета и посадки — на этих режимах двигатель приводит во вращение не тянущий, как в горизонтальном полете, а несущий винт. В авиации будущего винтокрылы найдут свое место, хотя их применение вряд ли будет очень широким.

Итак, неподвижное крыло не позволяет осуществлять вертикальную посадку и такой же взлет, а вращающееся крыло — достичь большой скорости.

Нельзя ли использовать крыло еще каким-нибудь способом, чтобы добиться желаемой цели?

Третье решение подсказывается самой природой. Ведь за сотни миллионов лет до того, как на земле появились люди, другие живые существа уже летали, используя крыло. Крыло птицы или насекомого — машущее. Нельзя ли использовать этот принцип машущего крыла и для полета человека?

Летательные аппараты с машущим крылом, так называемые орнитоптеры, или «птицелеты», существуют. Есть и страстные энтузиасты машущего крыла. Это не случайно, ибо оно обладает многими замечательными достоинствами. И прежде всего орнитоптер позволяет осуществлять вертикальные взлет и посадку, парить в воздухе, поднять при той же мощности двигателя гораздо больший груз, чем самолет. Вот



Винтокрылы — современные самолеты-вертолеты. Вверху — английский автожир «Ротодайн», внизу — винтокрыл Н. И. Камова (по журналу «Люфтфарттехник», январь 1962 г.).



Орнитоптер — птицекрылый летательный аппарат.

почему в будущем орнитоптеры без всякого сомнения найдут широкое применение в качестве «воздушных автомобилей», «воздушных мотоциклов» и даже «воздушных велосипедов». Последние будут летать за счет мускульной силы человека или с помощью небольшого моторчика, вроде тех, которые устанавливаются иногда на обычных велосипедах. Это будут замечательные машины с тонким, упругим крылом из легкой и прочной пластмассы, отлично дополняющие вертолеты при полетах на короткие расстояния, — машины массового индивидуального авиатранспорта и авиационного спорта. Однако орнитоптеры обладают еще меньшей скоростью, чем вертолеты.

Но нельзя ли заставить обычные самолеты взлетать прямо вверх? Так ли необходим длинный разбег при взлете? Нельзя ли обойтись без него?

Ответ очевиден. Разбег самолета при взлете необходим, чтобы подъемная сила крыла стала равной и затем большей, чем вес самолета, иначе самолет не оторвется от земли. Чем тяжелее самолет и меньше его крыло, тем больше необходимая взлетная скорость и, значит, разбег при взлете. Двигатели создают тягу, которая заставляет самолет все быстрее разбегаться по взлетной дорожке, а затем взмывать в воздух. Чем больше тяга, тем быстрее набирает самолет необходимую взлетную скорость и, значит, тем меньше разбег.

Может, сильно увеличив тягу, удастся совсем избавиться от разбега при взлете? Очевидно, нет, так как все равно понадобится какое-то время, чтобы набрать нужную скорость. Значит, разбег хоть и уменьшится, но все же сохранится.

И тем не менее именно такое увеличение тяги двигателей открывает возможность вертикального взлета. Только для этого двигатели

должны тянуть самолет не вдоль земной поверхности, а перпендикулярно к ней, вверх, как несущий винт вертолета.

На самолетах вертикального взлета в настоящее время устанавливают двигатели двух типов — либо турбовинтовые, либо турбореактивные. В первом случае обычно мощный турбовинтовой двигатель приводит в движение два соосных воздушных винта, вращающихся в разные стороны. Понятно, почему необходимы именно два винта с разносторонним вращением — ведь иначе при взлете самолет стал бы вращаться в сторону, противоположную вращению винта. Не зря же на вертолетах с одним несущим винтом у хвоста устанавливается небольшой дополнительный винт, препятствующий этому вращению. В таком винте нет необходимости, когда на вертолете два несущих винта с противоположным вращением, как, например, на новом вертолете «КА-18» конструкции Н. И. Камова.

Странный, необычный вид имеет самолет вертикального взлета на земле. Его нос устремлен вверх, прямо в небо. Вот так же примерно выглядит самолет, устанавливаемый для взлета с помощью специальной пусковой установки — катапульты. Но такая установка «выстреливает» машину в небо, а при вертикальном взлете самолет поднимается с помощью собственного двигателя. Потом он совершает такую же посадку. Правда, он иногда садится на специальную стартовую установку, с помощью которой этот самолет и перевозят.

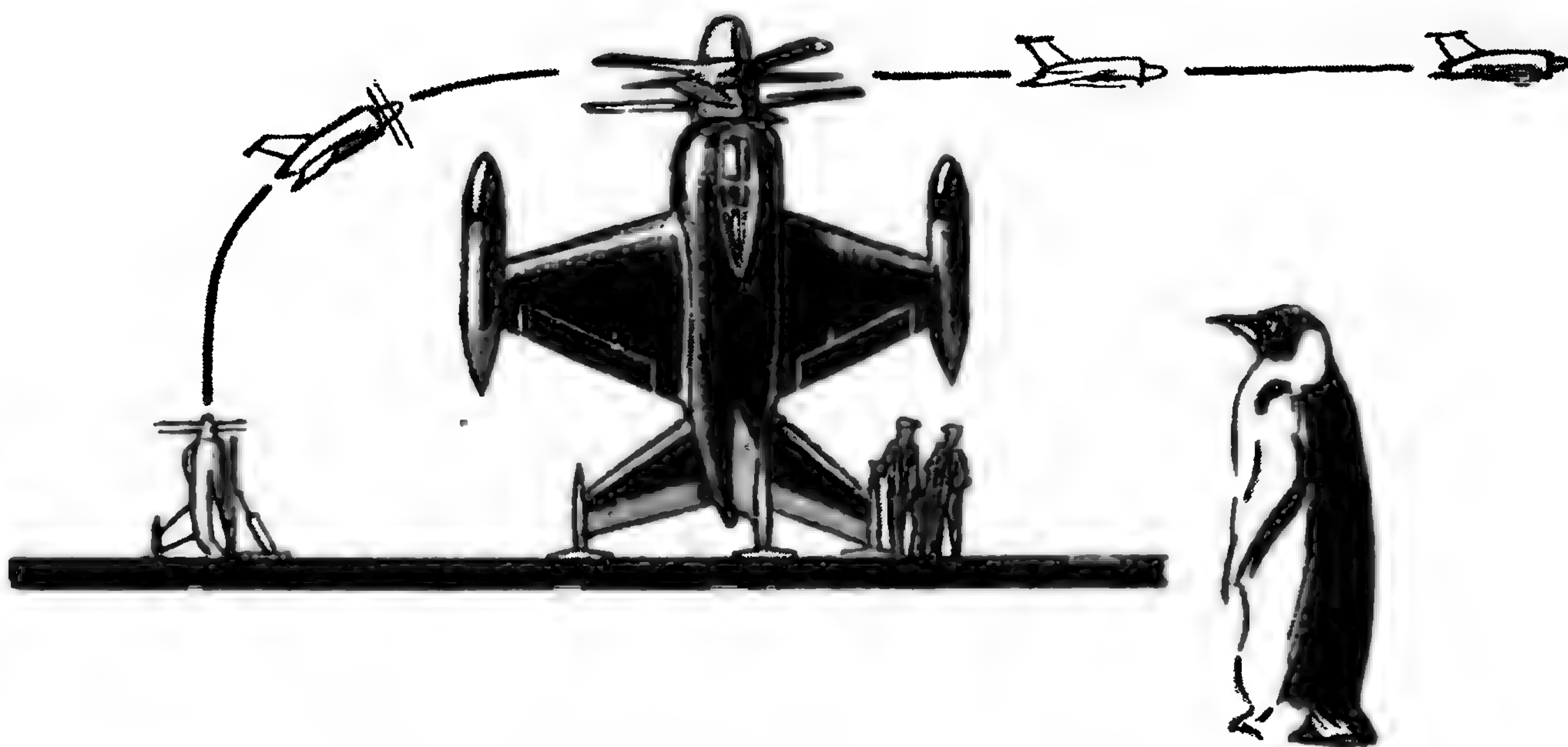
Опирается он обычно на три или четыре короткие «ноги» с опорными дисками, почти как межпланетный корабль где-нибудь на Луне. Он напоминает птицу с опущенными крыльями, — иногда такие самолеты называют поэтому «пингвинами». Летчик при взлете почти лежит на спинке своего кресла, которое обычно делается поворачивающимся. Но вот двигатель запущен, его мощность увеличена до максимальной, и самолет вертикально уходит в небо. После того как взлетевший самолет наберет высоту, он разворачивается и далее совершает свой полет уже в обычном, горизонтальном положении.

Так самолеты овладели искусством вертикального взлета и посадки, не потеряв при этом способности летать с огромной скоростью. И все же такие самолеты еще далеко не решают проблемы.

Конечно, они найдут применение и как истребители, и как дальние маршрутные такси. Меньше чем за час на них можно перелететь из Ленинграда в Москву, причем взлететь и сесть прямо в центре города!

Но воспользоваться таким такси сможет далеко не всякий — билет будет стоить очень дорого, гораздо дороже, чем, например, на обычный вертолет. И дело здесь вовсе не в том, что придется доплатить за скорость, как это часто бывает в наземном транспорте. Уж очень невыгоден самолет вертикального взлета, слишком много топлива расходует его мощный двигатель.

Тут мы коснулись важнейшей проблемы эксплуатации летательных аппаратов вертикального взлета и посадки. Мало построить аппарат, обладающий таким свойством, нужно, чтобы он был достаточно эконо-



Самолеты вертикального взлета — «пингвины».

мичным. Конечно, в военной авиации это требование отступает на второй план, но в гражданской оно обычно является решающим.

Понятно, что экономичность эксплуатации летательных аппаратов различного рода определяется рядом обстоятельств. Здесь и потребный расход топлива, и первоначальная стоимость изготовления, и расходы по эксплуатации и ремонту и т. д. Поэтому определить экономичность совсем не так просто, это требует тщательного анализа в каждом отдельном случае. Однако некоторые общие сведения можно получить, если вновь обратиться к самым основам физики полета.

Выше уже упоминалось, что силы, действующие на летательный аппарат в полете, создаются путем отбрасывания воздуха (или газов). Но какое из известных устройств для такого отбрасывания выгоднее — машущее или неподвижное крыло, пропеллер или несущий винт, реактивная струя турбореактивного или ракетного двигателя?

Чтобы ответить на этот вопрос, целесообразно сравнить величину реактивной силы в килограммах, которая приходится на каждую лошадиную силу мощности силовой установки. Наиболее выгодным при таком сравнении окажется то устройство, в котором скорость отбрасывания воздуха меньше. В этом нет ничего удивительного, если вдуматься. Ведь мощность двигателя затрачивается на то, чтобы сообщить отбрасываемому воздуху какую-то кинетическую энергию, которая, как известно, пропорциональна квадрату скорости. Поэтому при увеличении скорости отбрасываемого воздуха, например, вдвое мощность двигателя должна возрасти вчетверо. Сила же реакции отбрасываемой струи пропорциональна скорости отбрасывания в первой степени: когда скорость возрастает вдвое, то и сила увеличивается вдвое. Таким образом, при увеличении скорости отбрасывания вдвое на каждый ки-

лограмм реактивной силы затрачивается и вдвое больше лошадиных сил. Значит, чем меньше скорость отбрасывания, тем выгоднее устройство для создания подъемной силы. Одну и ту же подъемную силу выгоднее создавать, отбрасывая как можно бóльшую массу воздуха с возможно меньшей скоростью.

Конечно, этот весьма упрощенный метод может служить только для грубого качественного сравнения. Но все же он дает ключ к оценке возможных областей выгодного применения летательных аппаратов различного типа. Оказывается, с наименьшей скоростью отбрасывает воздух машущее крыло, затем идут — в порядке возрастания этой скорости — неподвижное крыло, несущий винт, пропеллер, турбореактивный двигатель и ракетный двигатель. Поэтому при той же мощности двигателя орнитоптер сможет поднять больший груз, чем самолет, а самолет — больший груз, чем вертолет. Вертолет, в свою очередь, поднимет больший груз, чем самолет вертикального взлета с турбовинтовым двигателем, а еще менее выгоден самолет вертикального взлета с турбореактивным двигателем, не говоря уже о ракетном.

Вот почему самолеты вертикального взлета не выгодны для гражданской авиации. Эти экспрессы уж очень дороги в эксплуатации, так как потребляют чрезмерно много топлива при взлете. Но не только поэтому. Двигатели таких самолетов должны быть чрезмерно мощными — это тоже диктуется условиями вертикального взлета и посадки. Ведь когда самолет вертикального взлета переходит на обычный, горизонтальный полет, то подъемная сила создается уже крылом, что требует в несколько раз меньшей затраты мощности. Значит, для такого полета можно было бы использовать гораздо менее мощный двигатель, чем для взлета. К сожалению, заменить один двигатель другим в полете невозможно: хочешь не хочешь, самолет вынужден нести на себе более мощный, а значит, и более тяжелый и громоздкий, чем это необходимо, двигатель. Только когда самолет летит с очень большой скоростью, раза в два, а то и более превосходящей скорость звука, на полет расходуется вся мощность двигателя. Но длительный полет на такой скорости, в свою очередь, не выгоден из-за чрезмерно большого расхода топлива...

Следовательно, будущее турбовинтовых и турбореактивных пассажирских самолетов вертикального взлета ограничено только высокоскоростным, экспрессным сообщением. Но и это очень важно, конечно. Так что небо завтрашнего дня будут бороздить многие подобные самолеты. Вовсе не обязательно они должны походить на рассмотренные нами выше: не очень-то удобно для пассажиров, когда при взлете длинный фюзеляж расположен вертикально.

Вот почему уже создаются и испытываются пассажирские самолеты вертикального взлета и посадки других типов. Фюзеляж у них имеет обычное — горизонтальное — положение, а двигатели поворачиваются: при взлете и посадке они «смотрят» вверх, создавая подъемную силу, а в горизонтальном полете занимают обычное положение.

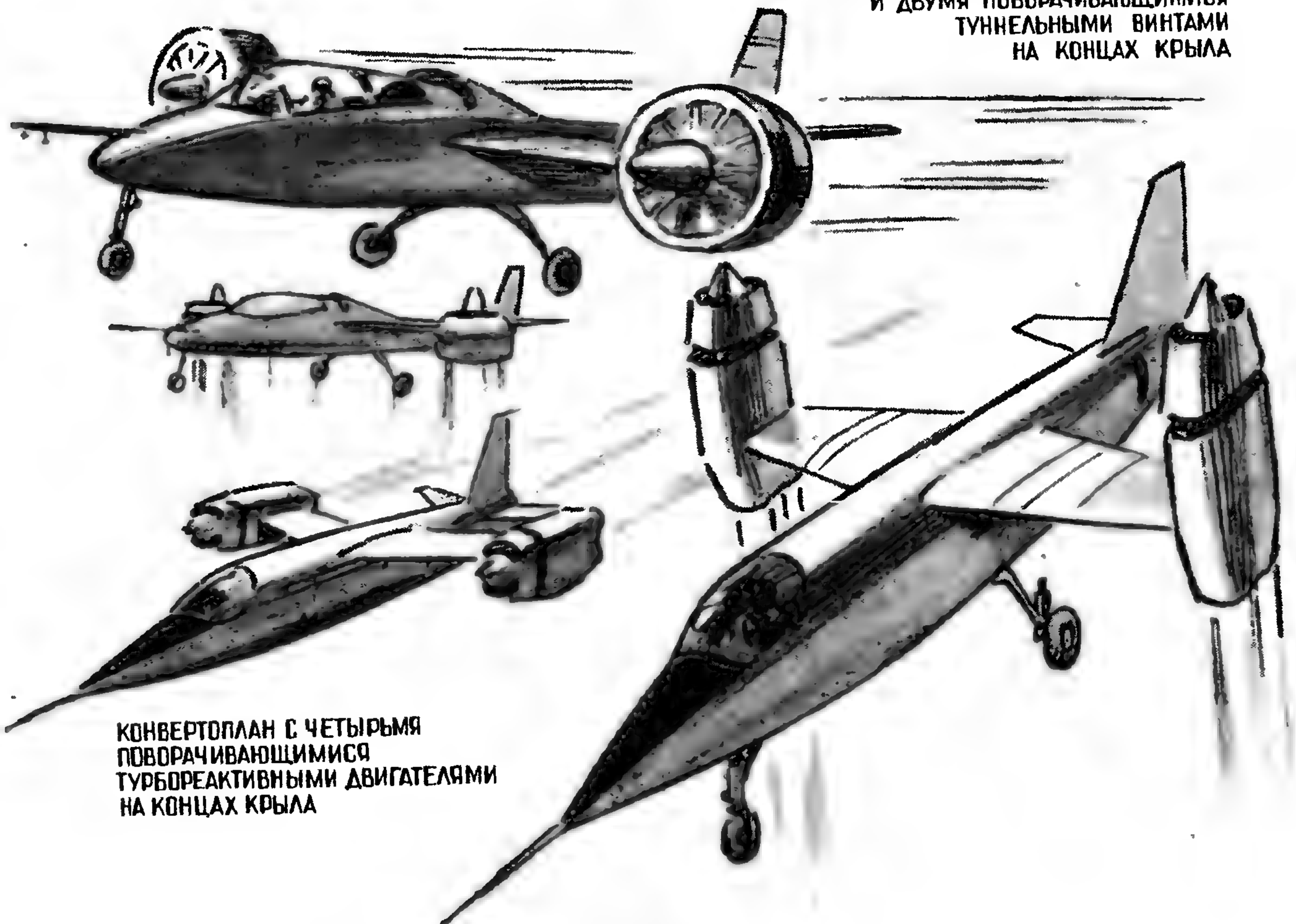
ПРОЕКТ КОНВЕРТОПЛАНА С ЧЕТЫРЬМЯ ПОВОРОТНЫМИ
ТУННЕЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ



КОНВЕРТОПЛАН „Х4“ С ЧЕТЫРЬМЯ ПОВОРАЧИВАЮ-
ЩИМИСЯ ВИНТАМИ
(СЛЕВА — ВЗЛЕТ, СПРАВА —
— ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПОЛЕТ)



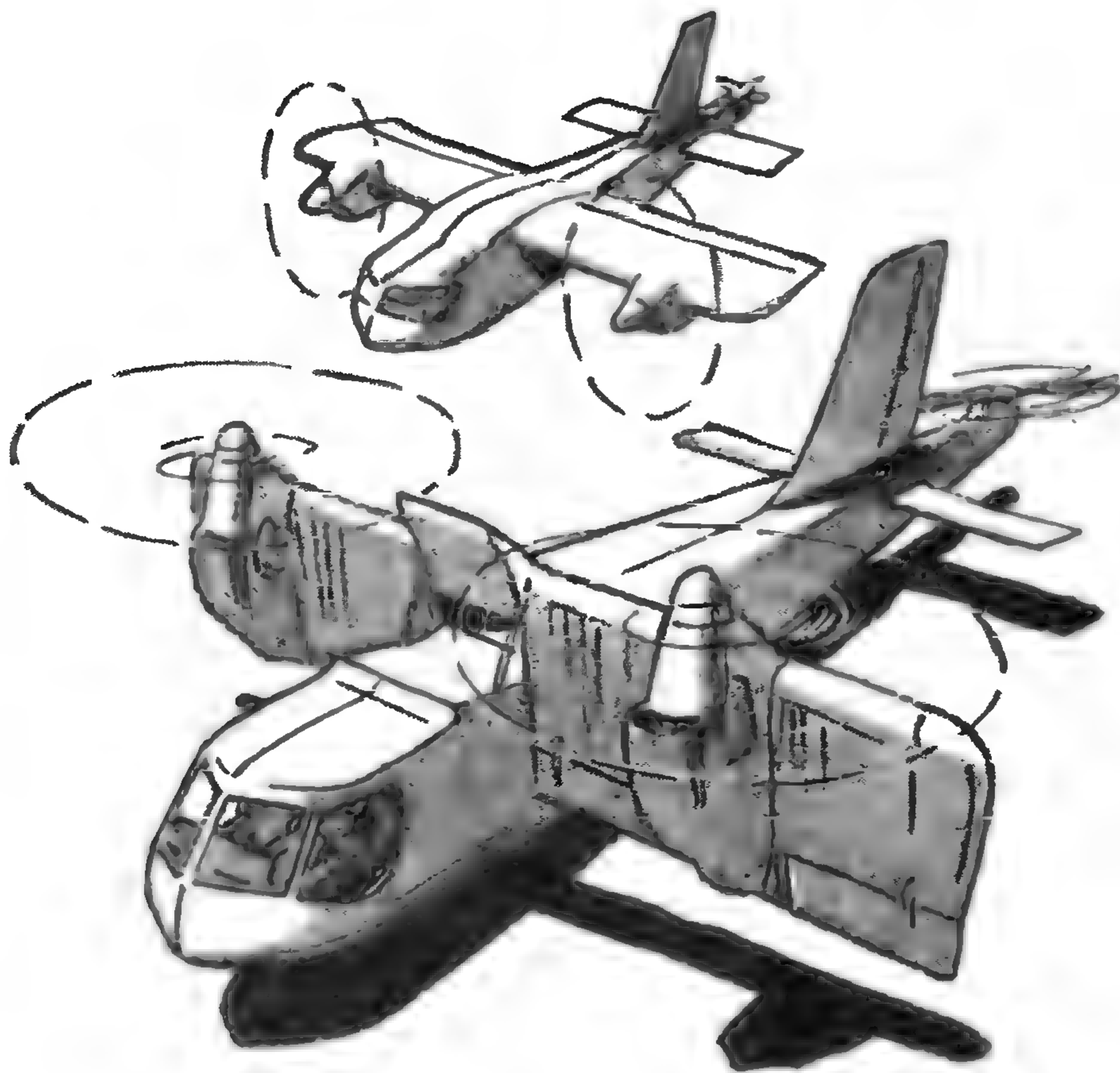
КОНВЕРТОПЛАН С ГАЗОТУРБИННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ
И ДВУМЯ ПОВОРАЧИВАЮЩИМИСЯ
ТУННЕЛЬНЫМИ ВИНТАМИ
НА КОНЦАХ КРЫЛА



КОНВЕРТОПЛАН С ЧЕТЫРЬМЯ
ПОВОРАЧИВАЮЩИМИСЯ
ТУРБОРЕАКТИВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ
НА КОНЦАХ КРЫЛА

Конвертопланы — самолеты с поворачивающимися двигателями или винтами (по
журналам «Нэйшнл Эронотикс», январь 1963 г., «Интеравиа», декабрь 1960 г., и др.).

Уже созданы различные экспериментальные конструкции самолетов с поворачивающимися двигателями. Впрочем, самолетами их можно назвать, пожалуй, только условно, скорее это гибриды самолета и вертолета. При взлете машина напоминает вертолет, в обычном же полете — самолет. Их и называют иногда самолетами-вертолетами, или



Вместо двигателей может поворачиваться целиком крыло
(по журналу «Интеравиа», ноябрь 1962 г., и др.).

конвертопланами (конвертоплан — преобразованный летательный аппарат).

Обычно конвертопланы имеют небольшое крыло, на концах которого расположены два винта, вращающиеся в противоположные стороны. Иногда эти винты устанавливаются в специальных коротких отрезках труб большого диаметра или туннелях — это позволяет увеличить создаваемую винтами движущую силу. Винты приводятся во вращение турбовинтовыми двигателями, расположенными либо здесь же, на крыле, либо в фюзеляже, и тогда от них к винтам идут длинные передаточные валы.

Для взлета винты устанавливают так, чтобы они служили несущими, как у вертолета. Затем, уже в полете, летчик просто поворачивает их оси на 90° — винты становятся тянущими, вертолет преобразуется в самолет.

Есть конвертопланы, на крыльях которых установлены не турбовинтовые, а турбореактивные двигатели. Они так же поворачиваются после взлета, отчего конвертоплан превращается в обычный реактивный самолет.

Но, может быть, проще поворачивать не двигатели на крыле, а все крыло вместе с двигателями?

И эта возможность исследуется. Когда конвертоплан такого типа стоит на земле, его крыло повернуто так, что оно вместе с двигателями «смотрит» вверх. Только на значительной высоте крыло начинает медленно поворачиваться в горизонтальное положение. Двигатели при этом тянут самолет не только вверх, но и вперед. Наконец поворот закончен. Теперь самолет не отличишь от других, мчащихся в небе с большой скоростью. . .

На будущих пассажирских линиях, особенно местных, где зачастую нет больших аэродромов, будет курсировать много конвертопланов.

Можно не сомневаться, что они полюбятся пассажирам.

Но нельзя ли вообще не поворачивать ни самолет, ни его крыло, ни даже двигатели?

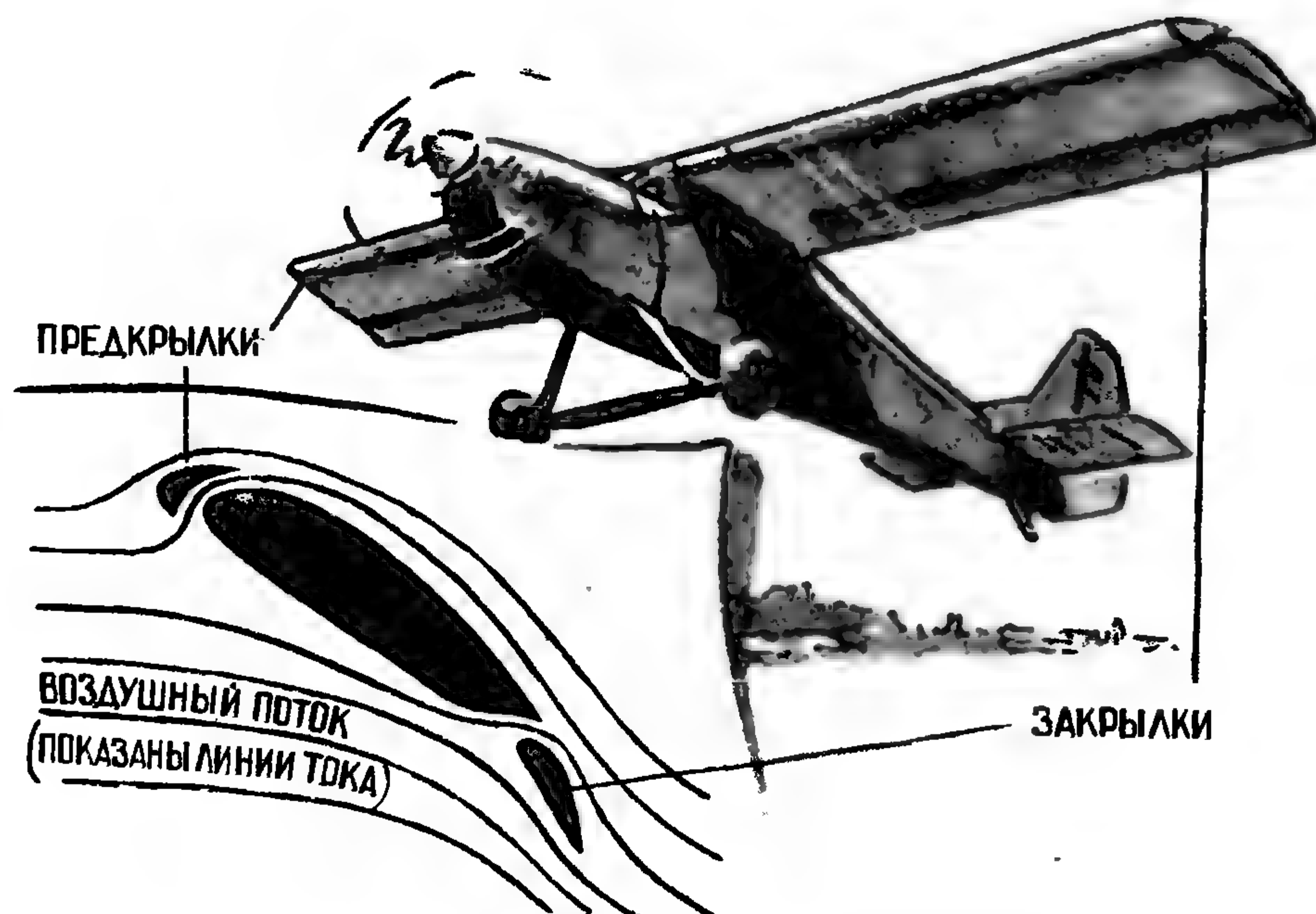
Оказывается, даже такая, на первый взгляд, невероятная возможность все же реальна. Ее открывают замечательные свойства несущего крыла. Правда, крыло в этом случае должно быть не простым, а специальным, высокомеханизированным.

Вернемся еще раз к физическим основам полета. Мы говорили уже о том, как влияет на подъемную силу наклонно движущейся пластины величина ее поверхности. Но, помимо поверхности, есть и другой фактор, сильно сказывающийся на величине подъемной силы, — это угол, который образует пластина к направлению движения, так называемый угол атаки. Нетрудно видеть, что с увеличением этого угла подъемная сила возрастает. Тот, кто запускал воздушный змей, хорошо это знает. Когда змей «задирается», становится круто к набегающему потоку, он рвется из рук. Внимательные наблюдатели могли заметить, как различаются положения самолета в полете и при посадке, — в последнем случае он сильно опускает хвост. Это делается именно для того, чтобы угол атаки крыла увеличился, возросла его подъемная сила, а посадочная скорость уменьшилась.

Однако увеличение угла атаки не всегда увеличивает подъемную силу. Стоит чуть-чуть превзойти этот угол, «передраť» самолет, как подъемная сила вдруг резко упадет. Предельный угол атаки называется критическим — он определяет кризис в обтекании крыла встречным потоком. Пока обтекание остается правильным и поток всюду прилегает к поверхности крыла, увеличение угла атаки приводит к тому, что

поток сильнее отклоняется крылом вниз и подъемная сила растет. Но как только достигнут критический угол атаки, поток отрывается от крыла и подъемная сила резко падает. При посадке это грозит катастрофой.

Конструкторы самолетов и ученые издавна задумывались, нельзя ли увеличить подъемную силу крыла при одном и том же угле



Механизированное крыло.

атаки? Нельзя ли искусственно задержать, отодвинуть срыв потока с крыла? Понятно, что это привело бы к уменьшению посадочной и взлетной скоростей, позволило бы уменьшить длину взлетно-посадочных полос, а также увеличить полезный груз на самолете и уменьшить потребляемую мощность двигателя.

Первым решением задачи и были «механизированные» крылья. Понятно, что крыло самолета можно считать движущейся в воздухе пластиной только условно. В действительности, конечно, оно представляет собой совсем не простую пластину, а имеет в поперечном сечении сложный профиль, так называемую авиационную дужку. От того, какой именно это профиль, очень сильно зависят аэродинамические характеристики крыла. В частности, хорошо известно, что более изогнутый профиль крыла создает и большую подъемную силу при том же угле атаки. Это и понятно — такое крыло сильнее отклоняет поток вниз. Но зато и сопротивление изогнутого крыла больше. Конечно, лучше всего было бы при взлете и посадке изгибать крыло побольше, а в горизонтальном полете с большой скоростью изогнутость умень-



Так можно управлять пограничным слоем на крыле. Вверху показан экспериментальный самолет «Х-21» (США) с отсасыванием пограничного слоя.

шать. Попытки создать такое «гибкое» крыло были, но успешными их назвать нельзя.

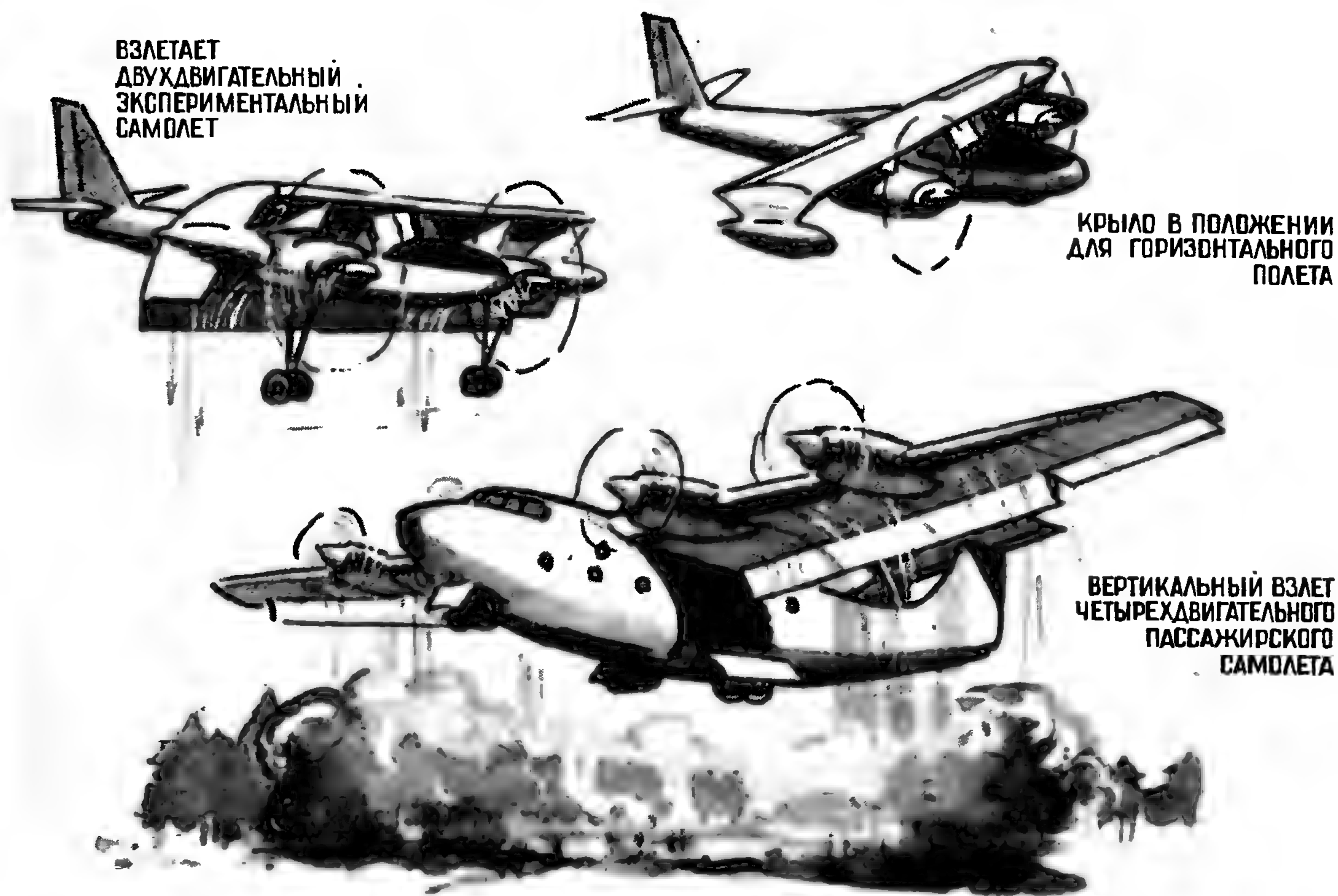
А что если попытаться сконструировать крыло так, чтобы оно состояло как бы из отдельных продольных частей — полос? Тогда можно было бы поворачивать эти части относительно друг друга, в результате чего общая кривизна профиля крыла изменялась бы. Так появились крылья, снабженные предкрылками и закрылками — перемещающимися частями, расположенными спереди и сзади крыла. В обычном полете эти части образуют одну поверхность с крылом, создавая сравнительно небольшую кривизну дужки, необходимую для горизонтального полета. Но вот самолет совершает посадку — предкрылки выходят из гнезд, закрылки поворачиваются, крыло становится как бы более изогнутым и — обычно — большим по площади. Такая «механизация» крыла позволила значительно улучшить взлетно-посадочные свойства самолетов. Понятно, что особенно большую роль играет механизированное крыло при создании самолетов короткого взлета и посадки, подобных «Пчелке».

Но, конечно, и «механизация» крыла не исключает срыва потока, она лишь увеличивает критический, срывной угол атаки. Аэродинамика открыла и другой высокоэффективный способ отодвинуть возникновение срыва потока. Как показали исследования, сначала отрывается от поверхности очень тонкий пограничный слой воздуха, и только за ним — весь поток. Оказывается, можно предотвратить возникновение срыва, если воздействовать на пограничный слой — отсасывать его с поверхности крыла через небольшие щели или, наоборот, выдувать через другие щели воздух под давлением.

С помощью такого управления пограничным слоем можно вызвать нормальное обтекание на углах атаки, намного больших, чем критический угол обычного крыла. Правда, управление пограничным слоем не достается даром, оно требует затраты значительной мощности на сжатие или разрежение воздуха. Но, как видно, эта затрата многократно окупается, если уже не только ведутся интенсивные исследования, но и строятся экспериментальные самолеты с управлением пограничным слоем на крыле. Кстати сказать, появление вместо поршневых двигателей газотурбинных сделало перспективы управления пограничным слоем значительно более реальными. Ведь через эти двигатели протекает огромное количество воздуха, что и позволяет использовать часть его для управления пограничным слоем.

Но нельзя ли применить крыло с такой «комплексной механизацией» для создания самолетов вертикального взлета и посадки?

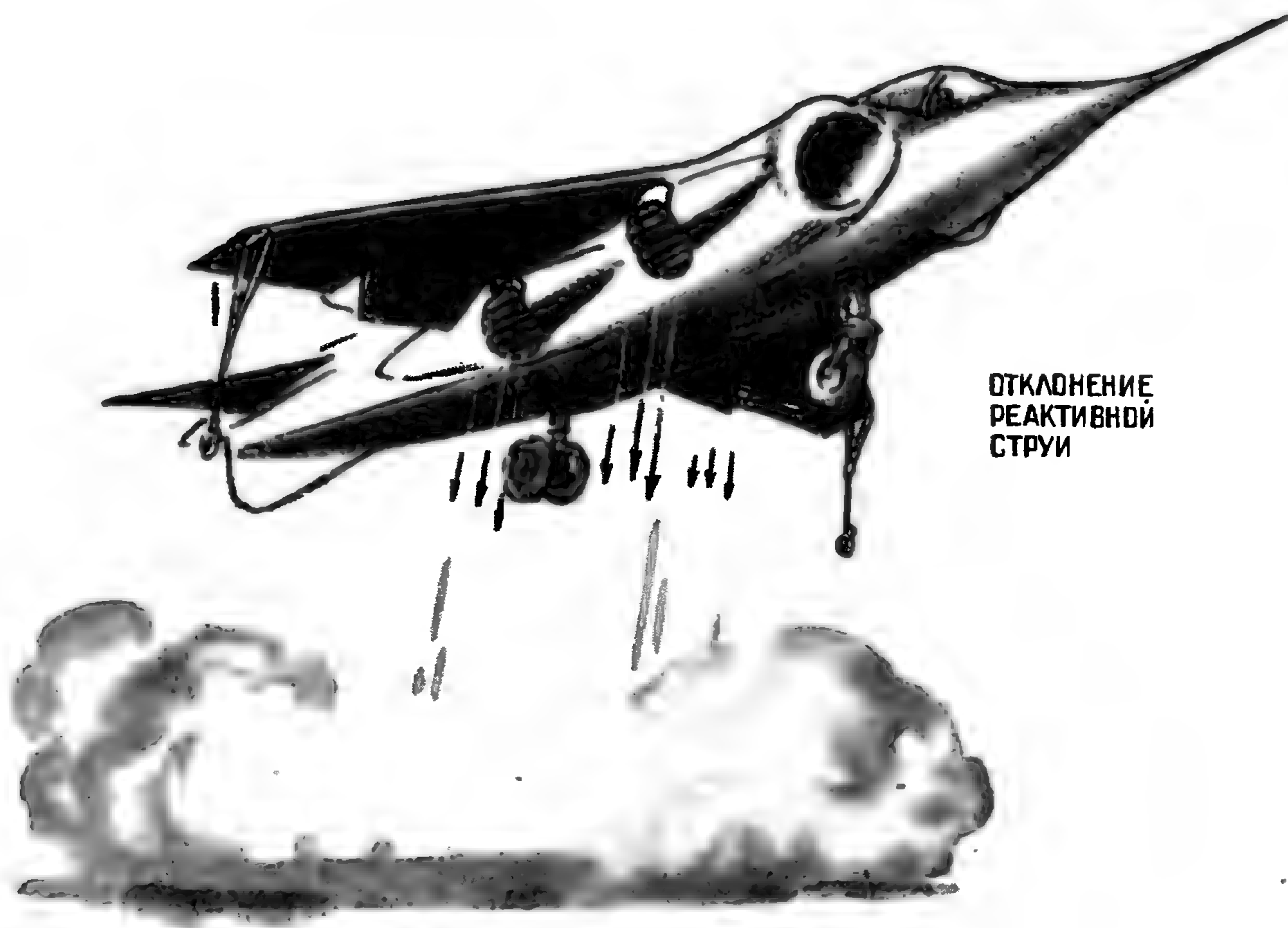
Ведь если бы удалось заставить поток воздуха, обтекающий крыло при взлете и посадке, отклониться прямо вниз, то есть повернуть этот поток на 90° , с горизонтального на вертикальный, то задача была бы



Самолеты вертикального взлета с «изгибающимся» крылом (по журналу «Микени-кел инжиниринг», апрель 1962 г., и др.).

решена! Тогда крыло создавало бы даже на стоянке самолета (при работающих двигателях) достаточную подъемную силу, чтобы уравновесить вес самолета. В этом случае не было бы необходимости поворачивать установленные на самолете двигатели или даже все крыло целиком, достаточно было бы просто изогнуть крыло так, чтобы его задняя часть оказалась направленной вертикально вниз. Конечно, при этом нужно еще заставить поток, отбрасываемый винтом, не отрываться от изогнутого в виде буквы «Г» крыла, а плавно обтекать его. Обе эти задачи и решает крыло некоторых из построенных в последнее время самолетов вертикального взлета и посадки. Можно думать, что такие самолеты найдут широкое применение в будущем, так как они представляют собой, пожалуй, наиболее простое решение проблемы вертикального взлета и посадки.

А как быть, если самолет реактивный? Ведь на нем нет винта, создающего поток, который может обтекать крыло еще при стоянке самолета.

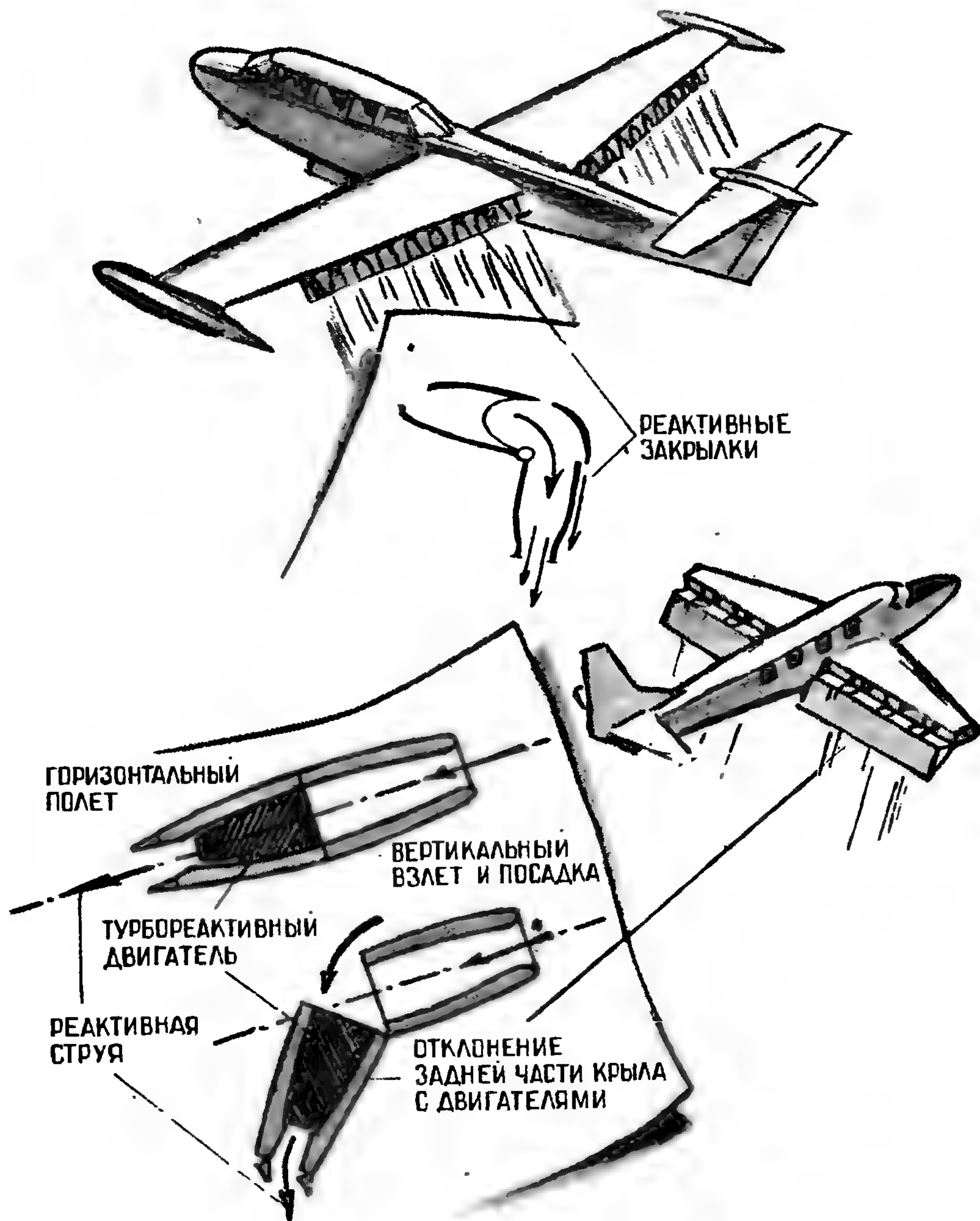


Самолеты вертикального взлета с отклоняющейся реактивной струей

Выходит, придется все же поворачивать либо двигатели, либо крыло вместе с двигателями?

Такой вывод был бы поспешным. Ведь если на реактивном само-

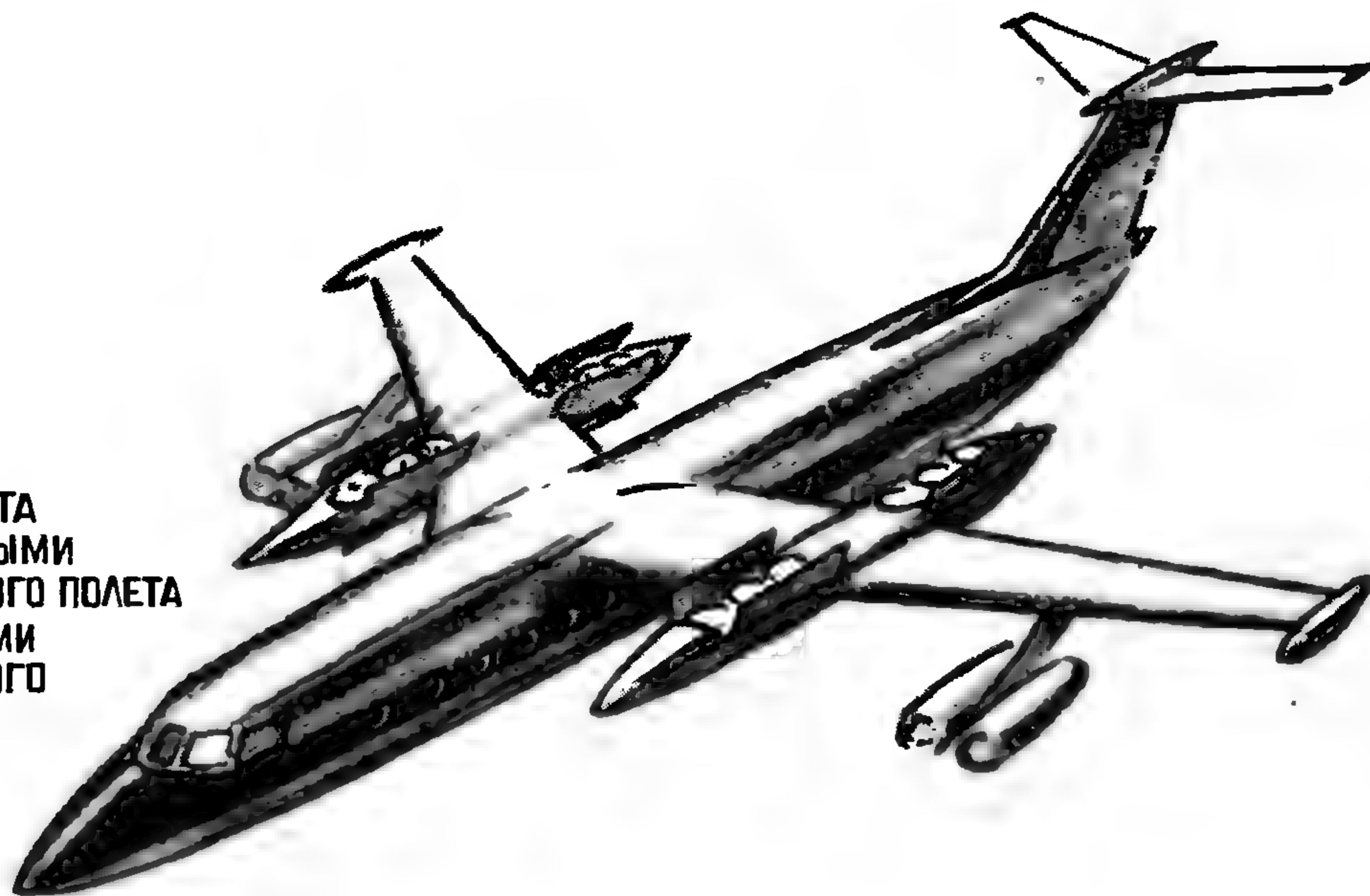
лете нет струи от винта, то есть струя выхлопных газов. Значит, нужно осуществить поворот этой струи, не поворачивая самого двигателя. Для этого, очевидно, достаточно устроить изгибающуюся или поворачивающуюся выхлопную трубу. Помните, как путем реверсирования



и «реактивными закрылками» (по журналу «Флайт», апрель 1963 г., и др.).

реактивной струи турбореактивного двигателя удастся быстро затормаживать самолет при посадке? Тот же принцип может быть использован и для создания подъемной силы с помощью реактивной

**ПРОЕКТ ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА
С ЧЕТЫРЬМЯ ТУРБОВЕНТИЛЯТОРНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОЛЕТА
И ДВЕНАДЦАТЬЮ ТУРБОРЕАКТИВНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО
ПОЛЕТА**



Самолеты вертикального взлета с отдельными двигателями для взлета

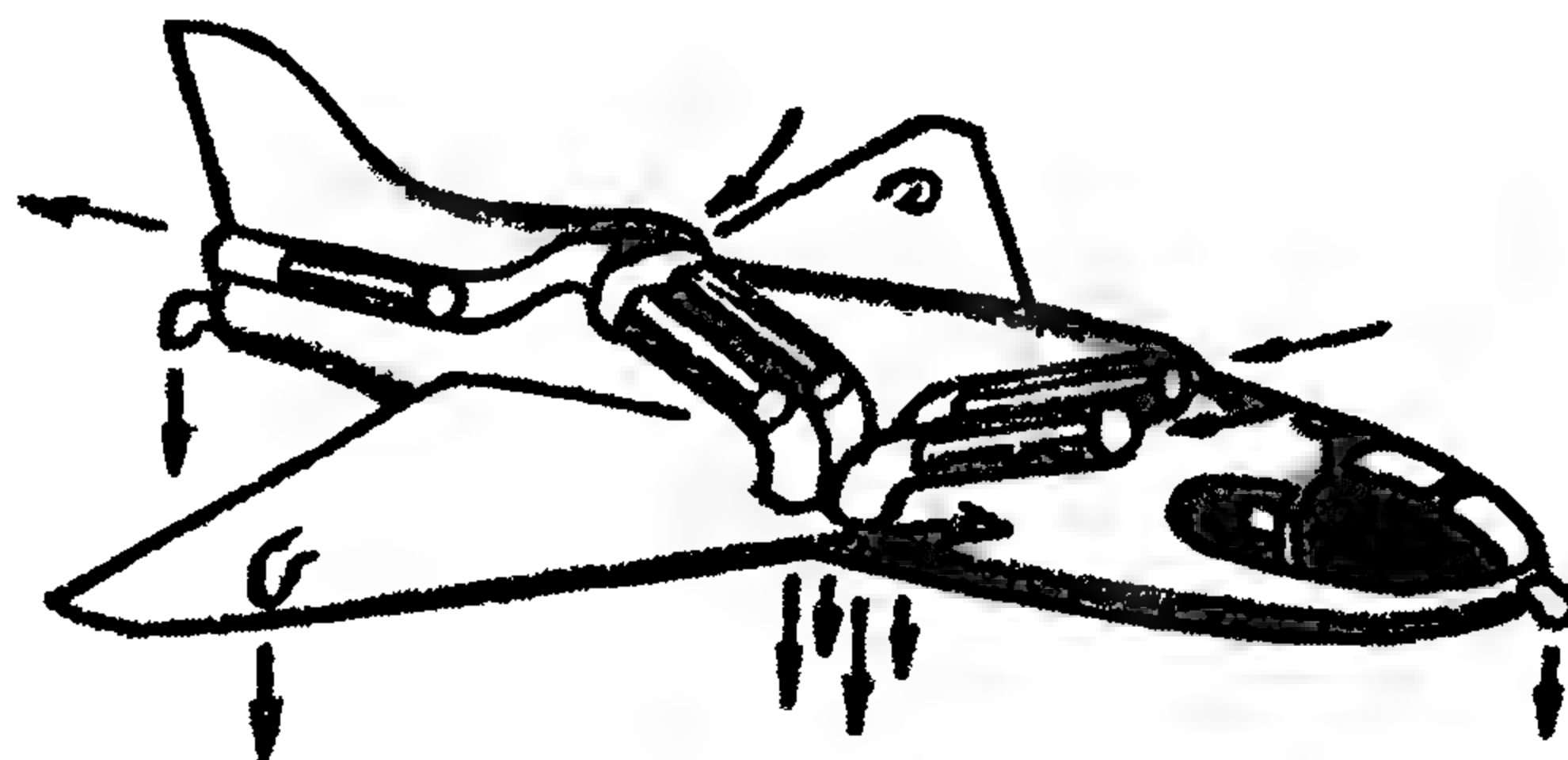
струи: для этого ее нужно направить вниз, к земле. Такие самолеты вертикального взлета и посадки уже летают, испытываются в воздухе.

Но, пожалуй, еще выгоднее поступить иначе — выпускать газы наружу не через обычное реактивное сопло, а через щель, идущую вдоль задней кромки крыла. Тогда при взлете поток газов, мчащийся с большой скоростью к земле, создаст нужную подъемную силу. А когда самолет взлетит, то специально сконструированные закрылки повернутся так, чтобы газы вытекали назад, как это требуется для скоростного горизонтального полета. «Реактивные закрылки» становятся все более популярными в авиации. Их значительное преимущество заключается в том, что пелена реактивных газов позади крыла улучшает его обтекание при полете с небольшими скоростями, она как бы подсасывает воздух и таким образом значительно увеличивает критический угол атаки.

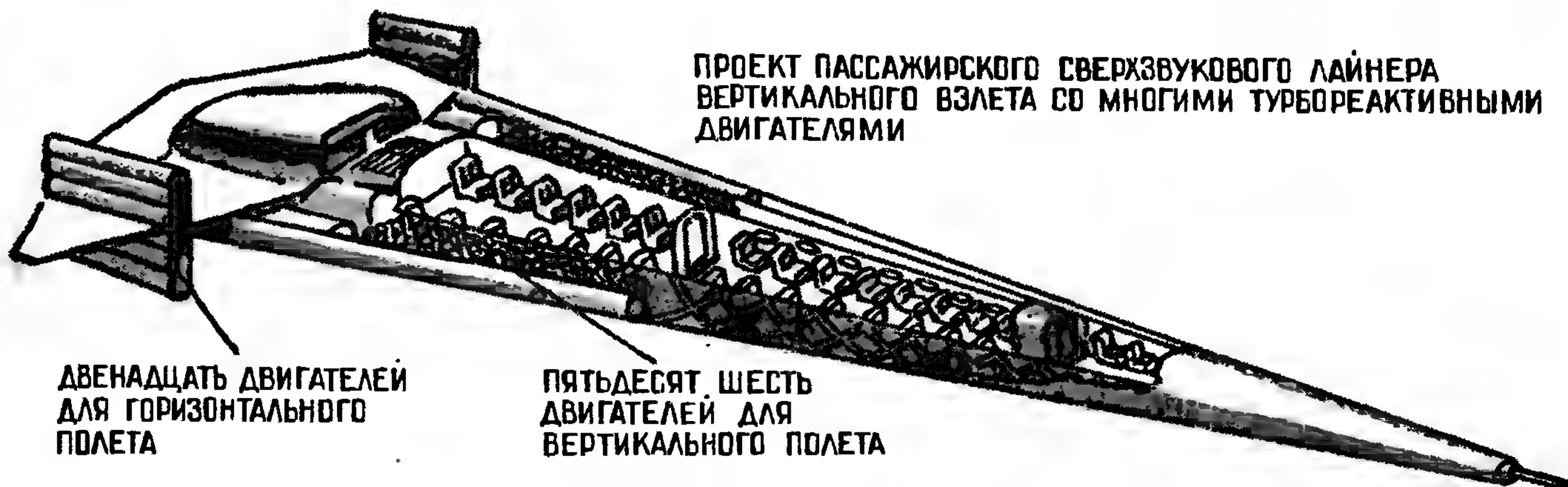
Правда, система «реактивных закрылков» имеет и недостатки, связанные главным образом с тем, что горячие газы текут внутри крыла. Приходится принимать специальные меры защиты конструкции от действия высокой температуры. Предлагается иногда также в задней, отклоняющейся части крыла устанавливать целую батарею небольших турбореактивных двигателей.

Кстати сказать, установка ряда турбореактивных двигателей сравнительно небольшой тяги вместо малого числа очень мощных

САМОЛЕТ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА
С ПЯТЬЮ ТУРБОРЕАКТИВНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ



ПРОЕКТ ПАССАЖИРСКОГО СВЕРХЗВУКОВОГО ЛАЙНЕРА
ВЕРТИКАЛЬНОГО ВЗЛЕТА СО МНОГИМИ ТУРБОРЕАКТИВНЫМИ
ДВИГАТЕЛЯМИ



ДВЕНАДЦАТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ
ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
ПОЛЕТА

ПЯТЬДЕСЯТ ШЕСТЬ
ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ
ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОЛЕТА

и горизонтального полета (по журналу «Люфтфарттехник», июнь 1962 г., и др.).

обладает, очевидно, и другими преимуществами. Как и в природе, в технике чрезмерно большие размеры невыгодны, когда речь идет о полете. Этот вывод основывается на очень простом законе: когда размеры увеличиваются вдвое, вес возрастает в 2^3 , то есть в 8 раз. Так как все поверхности при этом увеличиваются только в 2^2 , то есть в 4 раза, то на единицу несущей поверхности придется вдвое больший вес. В природе, возможно, именно этим объясняется отсутствие комаров величиной со слона. В нашем же случае это показывает практическую двигателей малой тяги, обладающих меньшим весом на единицу тяги. Правда, существует предел, ниже которого уменьшение размеров уже невыгодно.

Но если установить много маломощных двигателей, то, может быть, стоит предусмотреть, чтобы одни создавали тягу в горизонтальном полете, а другие — подъемную силу и работали только при взлете? Так и сделано в ряде построенных, а также спроектированных в Англии, США, Франции и других странах экспериментальных самолетах вертикального взлета. В числе их имеется, например, английский проект пассажирского экспресса будущего, в котором тяга и подъемная сила создаются раздельно значительным числом турбореактивных двигателей.

Мы уже знаем, как невыгодно создавать подъемную силу, отбрасывая вниз газы с большой скоростью. Вот почему возникает мысль

о том, нельзя ли использовать турбореактивный двигатель только для горизонтального скоростного полета, а для взлета и посадки заменить его каким-нибудь другим устройством. Так появились проекты самолетов вертикального взлета с силовой установкой «двойного назначе-



Реактивные самолеты вертикального взлета с силовой установкой «двойного назначения» (по журналу «Попюлер сайенс», ноябрь 1962 г., и др.).

ния». При необходимости совершить вертикальный взлет или посадку газы не выпускаются из турбореактивного двигателя назад, а направляются на турбинные лопатки, которые могут быть, например, укреплены на ободе несущего винта или вентилятора большого диаметра, установленного в фюзеляже или крыле в горизонтальной плоскости. Таким образом, становится возможным взлет при гораздо меньшей

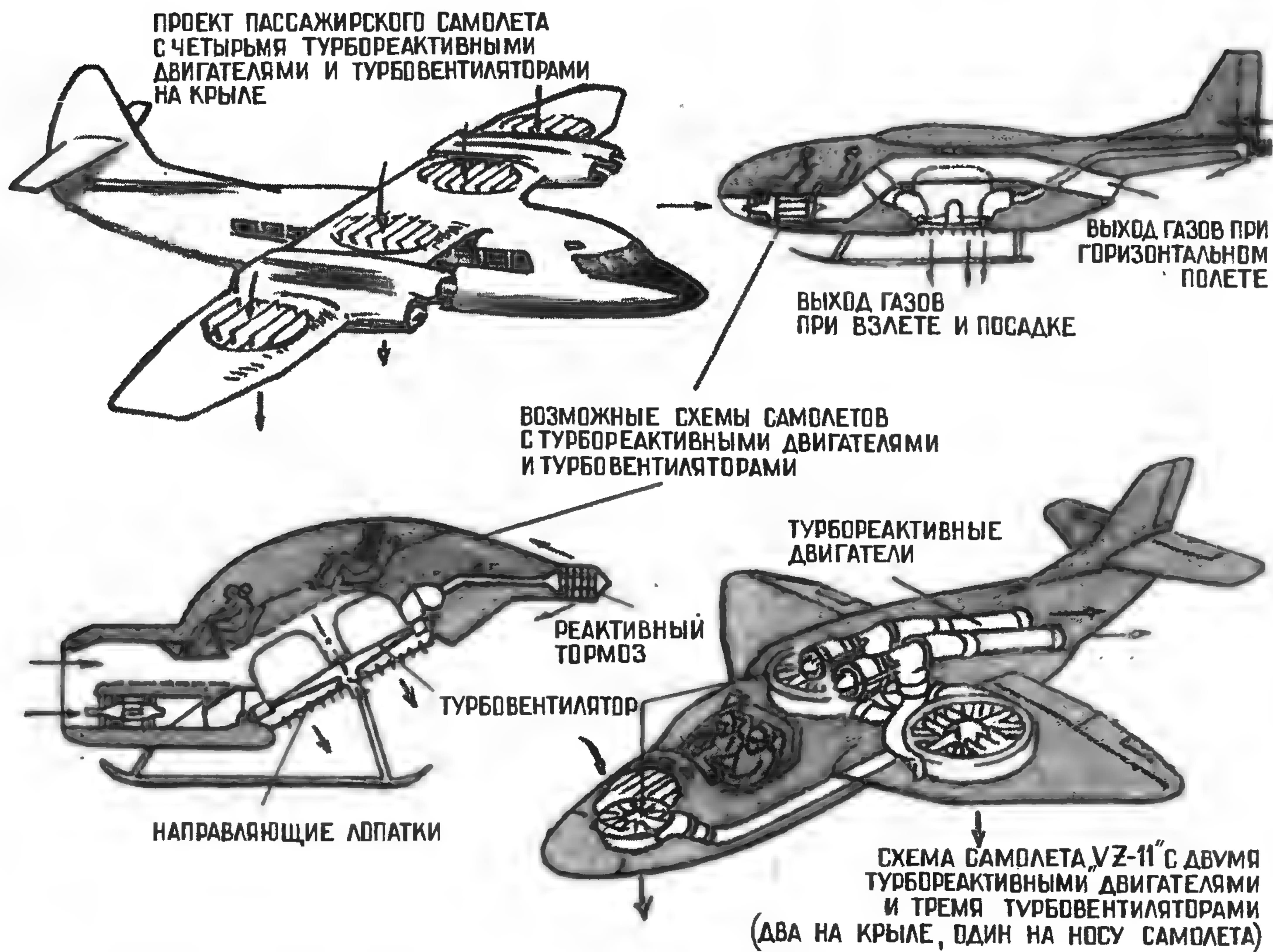
мощности двигателя и меньшем расходе топлива, чем при отклонении вниз реактивной струи газов. Можно думать, что подобные самолеты окажутся выгодными и найдут применение в будущем.

Существуют самые различные самолеты вертикального взлета и посадки, но, как видно, только крыло позволяет совместить в одном летательном аппарате эти свойства с высокой скоростью полета. Правильны ли такой вывод?

Вот взгляните еще на один летательный аппарат. Он стоит, опираясь на ноги, как уже известный нам самолет вертикального взлета. Но крыла на этот раз нет. Просто какая-то бочка на стойках. И вдруг эта бочка вздрагивает, снизу из нее вырываются раскаленные газы, она отрывается от земли и уносится в небо. На высоте в несколько десятков метров бочка круто поворачивается на бок и, продолжая с высотой набирать скорость, скрывается за горизонтом.

Что это за бочка? Как она может летать без крыла?

Ответы оказываются несколько неожиданными. Здесь тоже есть



Колеоптеры (по журналу «Эронотикс», 1958 г., и др.).

крыло, только это уже не наклонная, а свернутая в кольцо, в трубу, пластина. Она и создает необходимую для горизонтального полета подъемную силу. Конечно, этот своеобразный самолет, который часто называют колеоптером «в честь» одного жесткокрылого жука, не похож на обычные самолеты. Во многом он уступает им. Но зато он обладает драгоценной способностью взлетать и садиться вертикально. Вдобавок и маневренность колеоптера выше, чем у обычных самолетов.

Если бы мы заглянули внутрь бочки, то увидели бы круглый фюзеляж с прозрачным носком, образующим фонарь кабины. На некотором расстоянии от фюзеляжа, концентрически относительно него, расположено кольцевое крыло, связанное с фюзеляжем несколькими радиальными стойками-поперечинами. Фюзеляж оказывается как бы вставленным внутрь кольцевого крыла. Через кольцевую щель между фюзеляжем и крылом с большой скоростью протекает встречный воздух.

Пассажирские колеоптеры могут успешно соревноваться с другими самолетами вертикального взлета и посадки в качестве экспрессных авиатакси. На колеоптерах можно устанавливать турбовинтовой двигатель,

приводящий во вращение два соосных винта внутри кольцевого крыла. Может найти применение для наиболее скоростных пассажирских перелетов и колеоптер, в задней части фюзеляжа которого установлен турбореактивный двигатель. Такие колеоптеры могут доставить пассажиров из Ленинграда в Москву меньше чем за полчаса, причем с посадкой и высадкой в самом центре города, например на крышах гостиницы «Ленинградская» в Ленинграде и гостиницы «Москва» в Москве.

Еще большей скоростью обладают реактивные колеоптеры, на которых, помимо турбореактивного двигателя, установленного в задней части фюзеляжа, имеется и прямоточный воздушно-реактивный двигатель. Газовоздушный тракт этого двигателя образуется кольцевым воздушным пространством между фюзеляжем и крылом. Так как прямоточный двигатель при стоянке тяги не создает, то колеоптер



«Турболет» в воздухе.

взлетает с помощью турбореактивного. Только на значительной высоте, когда достигнута большая скорость, включается прямоточный двигатель. Через топливные форсунки, установленные по окружности у середины крыла, впрыскивается бензин. Бензовоздушная смесь поджигается электрической искрой — и вот уже в кольцевом канале бушует огненный ураган. Тяга сразу возрастает, и колеоптер резко увеличивает скорость. Истребители такого типа могут развивать скорость до трех-четырех тысяч километров в час.

Наиболее ответственными и трудными для любого аппарата вертикального взлета и посадки являются именно эти моменты — взлет и посадка.

Ничтожно малая скорость движения делает его крайне неустойчивым, а обычные аэродинамические рули оказываются в этих условиях неэффективными. Любой порыв ветра может стать роковым для вертикально движущегося самолета. Если не будут найдены новые способы обеспечения устойчивости и управляемости самолета при вертикальном взлете, то создание таких самолетов станет бессмысленным.

К сожалению, опыт авиации мало чем может помочь тут, полезнее оказывается опыт запуска ракет. Ведь когда взлетает ракета, ее аэродинамические рули тоже оказываются неэффективными, и управлять приходится с помощью иных средств. Иногда поэтому ракеты вообще не имеют аэродинамических рулей и даже стабилизаторов. На активном участке полета ракет используют поворот двигателя на небольшой угол или в струю вытекающих газов помещают специальные рули из жароупорного материала, обычно графита. После остановки двигателя ракета управляется с помощью струй газов или пара, вытекающих в боковых направлениях из корпуса ракеты.

Те же способы должны быть, очевидно, использованы и для управления вертикально взлетающим самолетом. Конечно, поворот оси двигателя в этом случае вряд ли возможен, но отклонение реактивной струи может оказаться весьма эффективным средством. Точно так же могут быть использованы специальные боковые сопла, через которые будут вытекать струи газов, заставляющие самолет поворачиваться в нужном направлении.

Но одно дело теоретические предположения, другое — проверка их



Французский «турболет» —
«Летающий Атар».

на практике и выбор наилучшей схемы управления. Вот почему сейчас в ряде стран построены и строятся экспериментальные летательные аппараты вертикального взлета специально для отработки самого процесса взлета и посадки и проверки различных методов управления.

Вот, например, аппарат, похожий на повисший в воздухе мостовой кран. Четыре длинные решетчатые фермы, расположенные в виде креста, четыре вертикальные ноги с небольшими колесами, застекленная кабина для «крановщика». В центре этого «футуристического» сооружения — довольно длинная вертикальная труба большого диаметра. В ней — весь секрет загадочного парения «крана». Это — турбореактивный двигатель. Весь же странный аппарат — советский «турболет», созданный коллективом конструкторов во главе с А. Н. Рафаэлянцем. Чтобы управлять турболетом, в струе газов, вытекающих из двигателя, установлены рули. Для управления служат и рули, установленные на концах всех ферм. Эти рули представляют собой небольшие сопла, через которые с высокой скоростью может вытекать сжатый воздух, отводимый из компрессора двигателя. Сила реакции вытекающей струи заставляет турболет поворачиваться в нужном направлении.

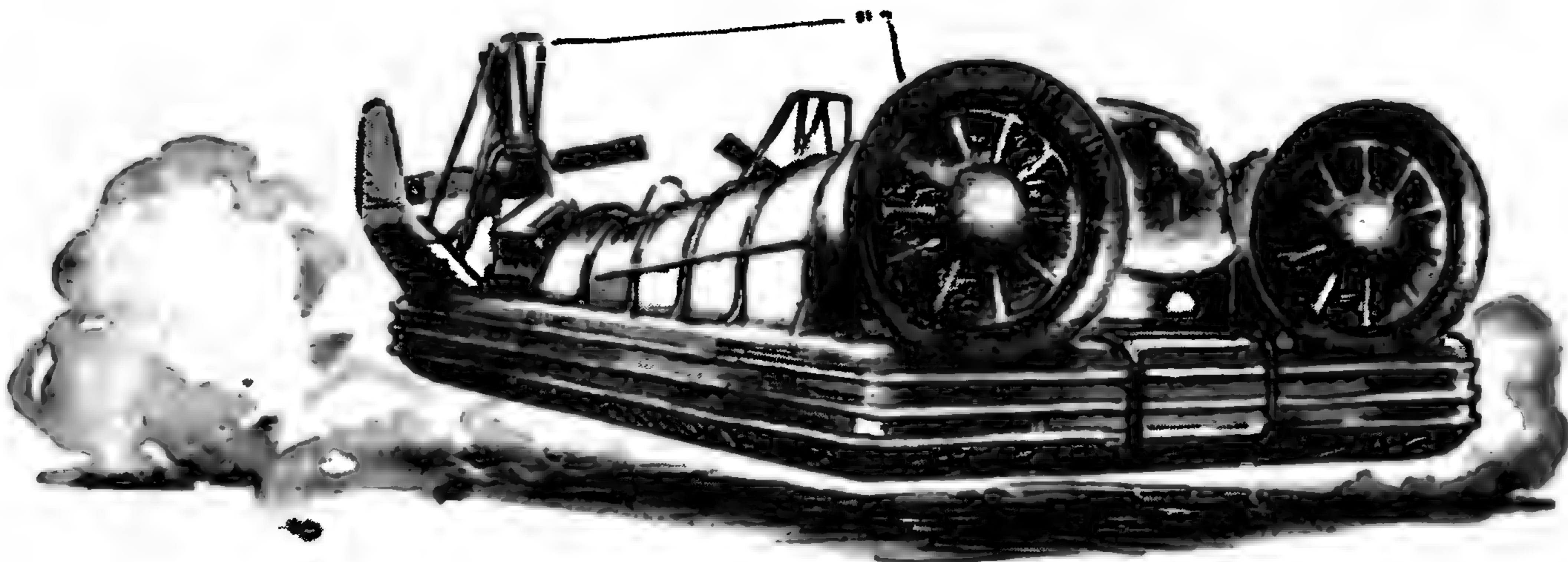
Конечно, не сразу удалось выпустить в свободный полет этого невиданного «зверя». Сначала его посадили на цепь и позволяли ему лишь немного подпрыгивать. Только после того как необычную систему управления изучил и освоил «летчик», аппарат был освобожден от пут и отправился в самостоятельный полет.

Аналогичный французский экспериментальный летательный аппарат, названный «Летающим Атаром», представляет собой длинную трубу, на верху которой поместилась кабина «летчика». Внутри трубы — турбореактивный двигатель «Атар», баки с топливом и необходимое вспомогательное оборудование. Этот летающий двигатель служил прообразом аппарата типа колеоптера, который создан на его основе.

Все опыты и поиски, которые должны привести к созданию пассажирских самолетов, сочетающих огромную скорость со способностью совершать вертикальные взлет и посадку, дадут и еще один замечательный результат.

В начале этой главы рассказывалось об автомобиле-вертолете. Как ни хороша эта машина, несущие винты большого диаметра не служат ее украшением, когда она движется по улицам города. Так ли уж они необходимы?

... Вы мчитесь в автомашине по широкой ленте загородного шоссе. Машина — новой марки, ее показывает вам товарищ, работающий в научно-исследовательском институте автомобильной промышленности. С виду она мало чем отличается от обычных автомашин. Но вот совершенно неожиданно для вас машина взмывает в воздух. Да, ошибки нет, вот уже уплывает в сторону шоссе, автомобиль проносится над верхушками деревьев у обочины, перемахивает через высокие здания



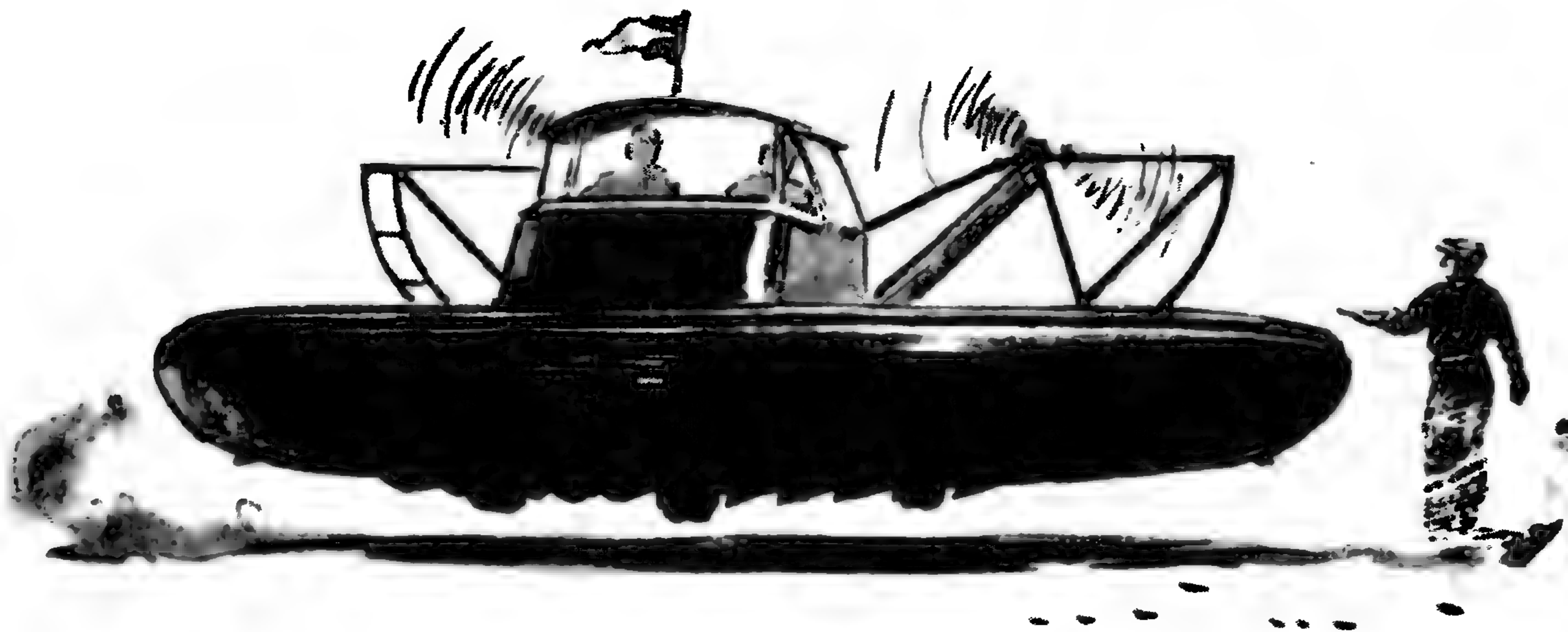
Этот своеобразный автомобиль, по существу, не летает, он передвигается на воздушной подушке, не отрываясь от земли более чем на десятки сантиметров.
Советский автолет «Вихрь» (газета «Правда», 18 февраля 1963 г.).

поселка. Спустя минут десять — пятнадцать автомашина так же плавно снижается и бесшумно садится на асфальтированную просеку в лесу. И снова вы мчитесь по дороге...

Устройство машины довольно просто. Спереди, под капотом, у нее установлен обычный автомобильный двигатель воздушного охлаждения. Когда машина едет по земле, двигатель вращает ее колеса. Но вот нажата кнопка управления с надписью «взлет». Сейчас же срабатывает электропневматическая муфта сцепления, и связь двигателя с колесами прерывается. Зато вал двигателя соединяется особой передачей с двумя соосными винтами, расположенными горизонтально один над другим под кабиной автомобиля. В некоторых моделях эти винты расположены рядом друг с другом. В общем это напоминает вертолеты с двумя несущими винтами, которые тоже могут устанавливаться то на одной оси, то рядом. Да и по конструкции винты автомобиля очень похожи на несущие винты вертолета, но только они значительно меньше и вращаются быстрее. Роль их та же, что и несущих винтов вертолета, — поднимать машину в воздух. Конечно, делают они это не так эффективно, как большие винты, но в данном случае гораздо важнее малые размеры, чем грузоподъемность.

Винты засасывают воздух через капот машины, по пути воздух охлаждает двигатель, а затем меняет свое направление и отбрасывается вниз. Реактивная сила поднимает легкую машину, изготовленную из прочной пластмассы.

Не вздумайте, однако, спутать этот автомобиль-реактолет с другими автомобилями, в которых тоже имеются винты-вентиляторы, отбрасывающие воздух под машину, но уже не способные поднять ее высоко в воздух. Такие автомобили-автолеты иногда называют поэтому обид-



Английский автолет «Кушеникcraft» (по журналу «Интеравиа», июль 1960 г.).

ным термином «низколеты» или даже «ползолеты» — они действительно как бы ползут над земной или водной поверхностью, отрываясь от нее на небольшое расстояние, не более долей метра.

Принцип создания подъемной силы у этих автомобилей и судов совсем иной — их вентиляторы, нагнетая воздух под машину, создают там своеобразную воздушную подушку, на которую и опирается машина. Вот почему все подобные автомобили и суда правильнее называть именно аппаратами на воздушной подушке. Таким аппаратам, предложенным впервые Циолковским, принадлежит большое будущее на суше и на воде, но все же это не авиация. Рожденный ползать — летать не может. . .

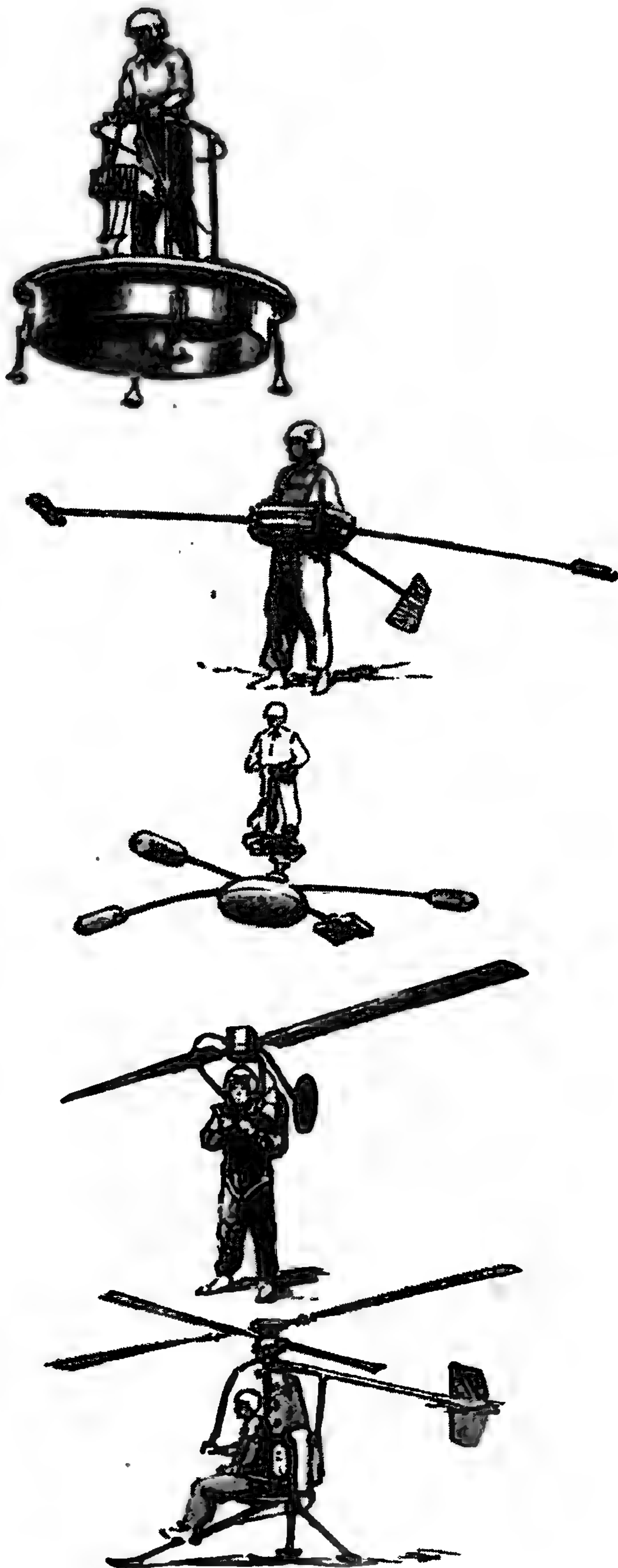
В нашем летающем автомобиле-реактолете вентиляторы отбрасывают настолько сильную струю воздуха, что ее реакция уже становится равной и даже большей веса машины. Именно поэтому она взмывает в воздух как вертолет. Да и весь дальнейший полет совершается почти так же, как и на вертолете, который управляется винтами. Наклон оси винтов в какую-либо сторону приводит к тому, что воздух отбрасывается уже не только вниз, но и в сторону. Это заставляет автомобиль-реактолет лететь в нужном направлении — даже назад или в сторону.

При движении машины с большой скоростью по земле винты свободно вращаются, или, как говорят в авиации, авторотируют. Это увеличивает устойчивость машины, она идет плавно, без толчков — винты действуют как своеобразные маховики-жироскопы. Машине не страшны глубокие овраги, разлившиеся реки, разрушенные мосты и другие непреодолимые для обычных автомобилей преграды.

Первые летающие автомобили уже проектируются, а некоторые и



Летающие автомобили (по журналам «Американ авиэйшн» и «Интеравиа», 1957—1962 гг.).



«Летающие сковородки» и «летающие мотоциклы» (по журналам «Америкен авиэйшн» и «Интеравиа», 1957—1962 гг.).

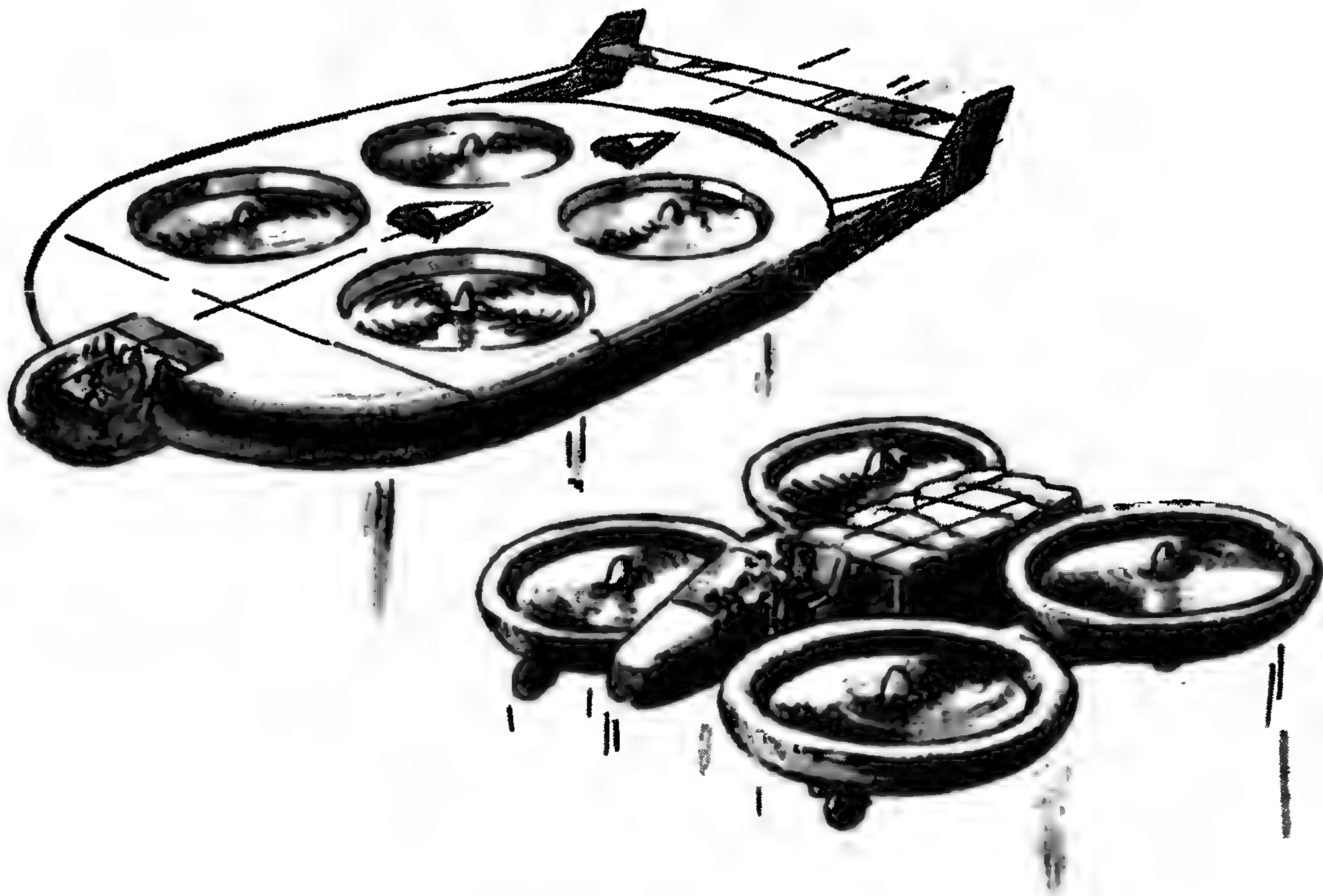
строятся. Наиболее простые модели уже даже летают. Правда, их с бóльшим правом можно было бы назвать летающими мотоциклами. Они рассчитаны на одного человека, да и кабины не имеют, так что водитель обдувается всеми ветрами, как и положено настоящему мотоциклисту. У таких аппаратов обычно очень небольшие размеры. Они представляют собой, по существу, винты с двигателями мотоциклетного типа. Над моторчиком на решетке стоит «летчик». Недаром эти сооружения называют иногда «летающими сковородками»!

Но можно создать по тому же принципу и «летающие грузовики», способные поднять огромный груз. По одному из проектов на «грузовике» должны быть установлены четыре пары винтов, расположенные по сторонам центрального грузового отсека. Правда, ездить по улицам на подобной машине, вероятно, не очень просто, зато какие удобства представит такой летающий кран!

Тысячи и тысячи летающих автомобилей разных типов поднимутся в небо завтрашнего дня. Они будут мчаться в разных направлениях, парить на одном месте, садиться на землю для того, чтобы стать обычным автомобилем, и даже плыть по рекам и озерам, превратившись в универсальную амфибию, для которой и суша, и вода, и воздух — родная стихия.

Но все эти летательные аппараты будут, конечно, обладать малой скоростью. По-прежнему там, где потребуется скорость, близкая к звуковой, придется, очевидно, использовать самолеты,

Так ли это?

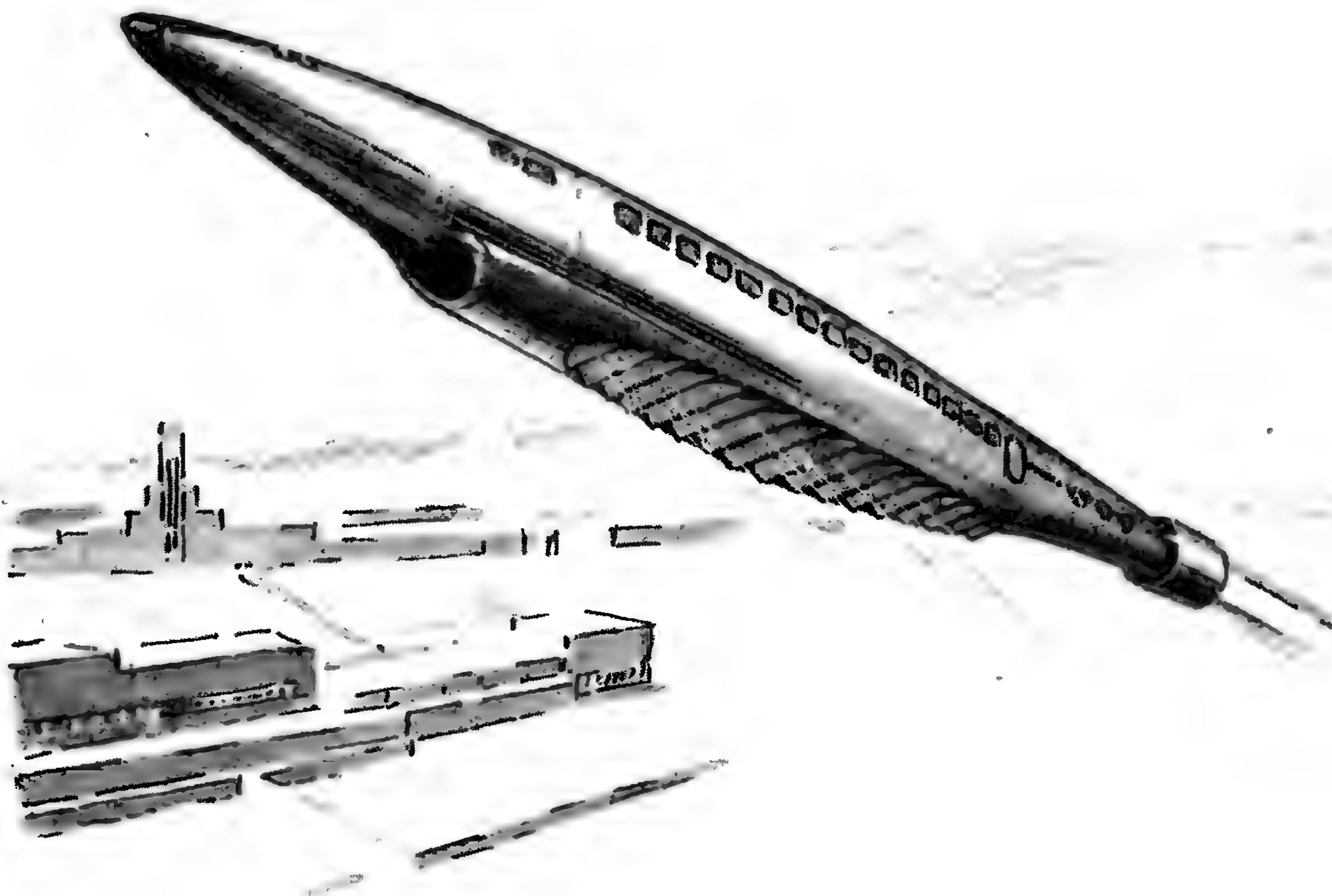


«Летающие грузовики» (по журналу «Интеравиа», 1961 г.).

Нет, не так. Мы уже не говорим о баллистических пассажирских ракетах, описанных выше. Но даже в тех случаях, когда понадобится длительный скоростной полет в атмосфере на небольших высотах, то есть когда необходимо создание подъемной силы, отличающей аэродинамический полет от баллистического, с успехом могут применяться летательные аппараты без крыла.

... Москва. В центре города сооружен... аэропорт. Для него не пришлось сносить многочисленные здания, освобождая огромную площадь, которую пересекали бы во всех направлениях бетонные ленты взлетно-посадочных полос. Это — аэропорт новой, «безаэродромной» авиации. И, хотя в аэропорту одновременно могут совершать посадку и взлетать несколько многоместных пассажирских лайнеров, он имеет совсем небольшие размеры. Им стала хорошо известная «стрелка» Москвы-реки, то место, где сейчас находится старейшая гребная станция. Для устройства аэропорта не пришлось сносить даже эту станцию. Над рекой и близлежащими участками суши на железобетонных сваях-опорах поднята «территория» аэропорта.

Заканчивается посадка пассажиров в экспресс Москва — Гавана. Огромное тело экспресса напоминает чудовищную рыбу, выброшенную



Бескрылый летательный аппарат (по проекту австрийского конструктора Липпиша).

на берег и бессильно распластавшуюся там. Сколько ни рассматривай этот лайнер, признака крыльев не обнаружишь. Нет и привычного хвостового оперения. Но нет и несущих винтов, по которым мы могли бы узнать вертолет. Что же это за летательный аппарат?

Посадка пассажиров закончена. Члены экипажа занимают свои места. Минутная стрелка, движущаяся по огромному циферблату часов, проецируемому на небосвод, совпала с красной чертой. Бесшумно, почти незаметно корабль оторвался от своего ложа и стал вертикально подниматься. Только невидимый вихрь погнал по бетонному полю аэропорта клочки бумаги. Но вот и он стих — корабль уже высоко. Продолжая подъем, так же плавно он начал лететь вперед. Все дальше и дальше. И вот он скрывается за горизонтом...

Судя по всему, корабль подняла сила, создаваемая реактивными двигателями. Мы уже знаем, как это делается. Но что поддерживает его в горизонтальном полете, если нет ни крыла, ни несущих винтов? Все та же сила турбореактивных двигателей. Правда, и сам корпус корабля создает довольно значительную подъемную силу при тех ско-

ростях, с которыми совершается этот полет. Недостаточная же подъемная сила создается реактивными струями. Они чуть-чуть отклоняются от своего движения назад. Но даже незначительного отклонения струй вниз достаточно, чтобы образовать нужную подъемную силу. При взлете же и посадке газы вытекают только вниз.

В аэропортах завтрашнего дня, вероятно, можно будет увидеть и другие летательные аппараты, основанные на том же принципе. Так, например, предлагаются для этой цели настоящие летающие... блюда! Это будут диски с кабиной в центре и с кольцевой пеленой газов, вытекающих снизу по окружности диска. На этом диске устанавливается турбореактивный двигатель или несколько таких двигателей, газы из которых при взлете вытекают прямо вниз, а в полете — назад; поворот газовых струй происходит с помощью направляющих лопаток. Форма аппарата представляет ряд преимуществ в аэродинамическом отношении.

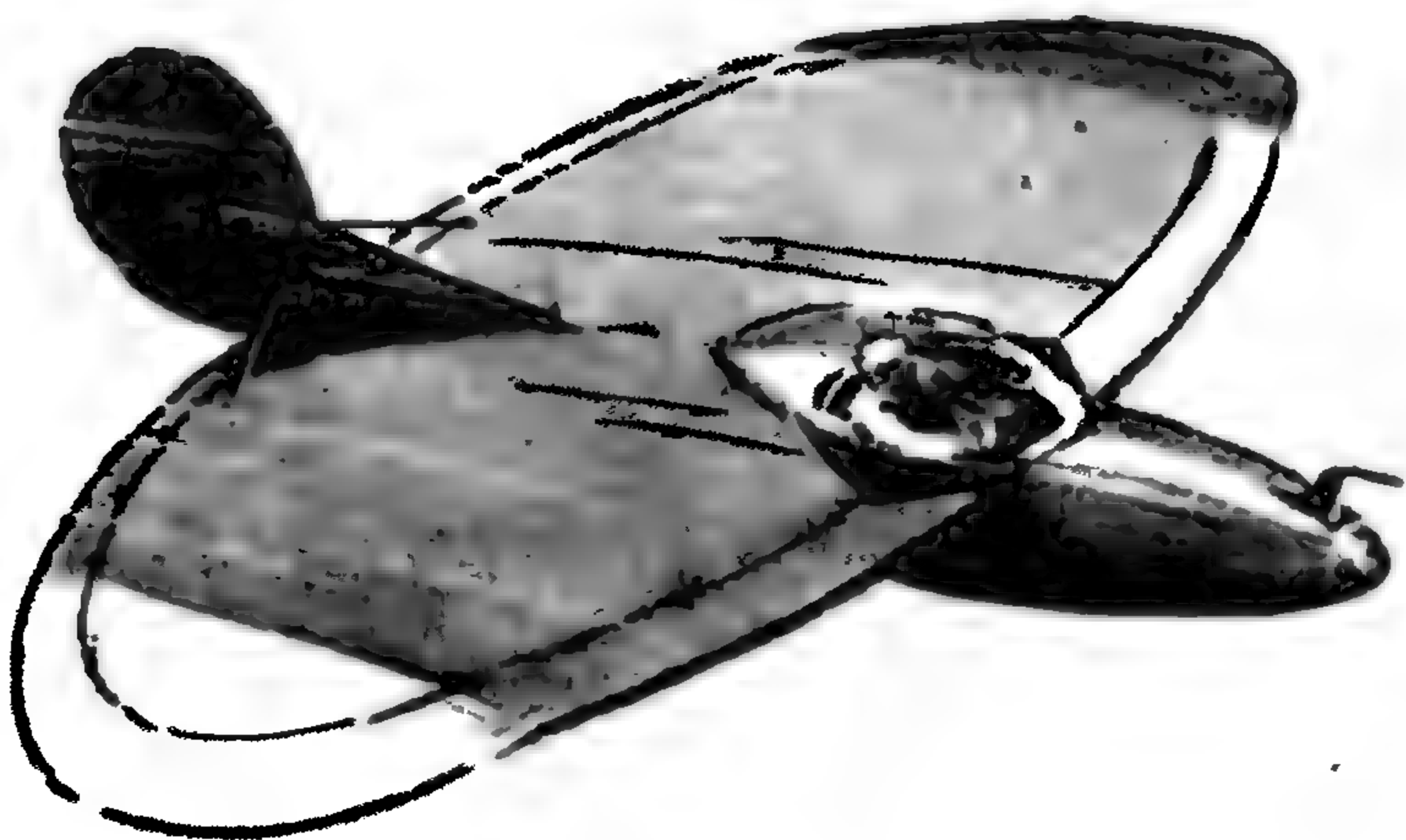
Кстати сказать, впервые в истории авиации самолет с крылом такой формы был построен у нас в стране конструктором-изобретателем А. Г. Уфимцевым еще в 1909—1910 годах. Он назвал его сферопланом. Спустя 40 лет у нас же был построен экспериментальный планер, а недавно — второй, усовершенствованный его вариант с подобным круглым крылом. Конструктор, кандидат технических наук М. В. Суханов, назвал свой планер «дископланом»¹. Диаметр крыла этого одноместного легкого планера равен 5 метрам, полетный вес — 240 килограммам. Планер показал очень хорошие летные качества.

Однако специалисты считают, что особенно ценными преимуществами дискообразного летательного аппарата окажутся на боль-



В небе будущего можно будет увидеть и такие «летающие блюда».

¹ Газета «Красная звезда», 17 февраля 1963 г.



«Дископлан» — экспериментальный планер с круглым крылом конструкции М. В. Суханова.

ших скоростях полета. В частности, он предлагается даже для использования в космической авиации. Такая форма должна облегчить главную трудность, возникающую из-за опасности сильного нагрева при обратном входе космического корабля в атмосферу. Правда, как показывают предварительные расчеты, круглому кораблю придется совершать этот крайне опасный вход в... перевернутом положении. Только

при этом наибольшему нагреву подвергнется защищенная плоская часть корабля, а не его кабина.

Много летательных аппаратов необычных форм взбороздят небо будущего. Но они не «помешают» друг другу, каждый из них найдет область наивыгоднейшего применения. Воздушный флот станет еще более многообразным, чем в настоящее время.

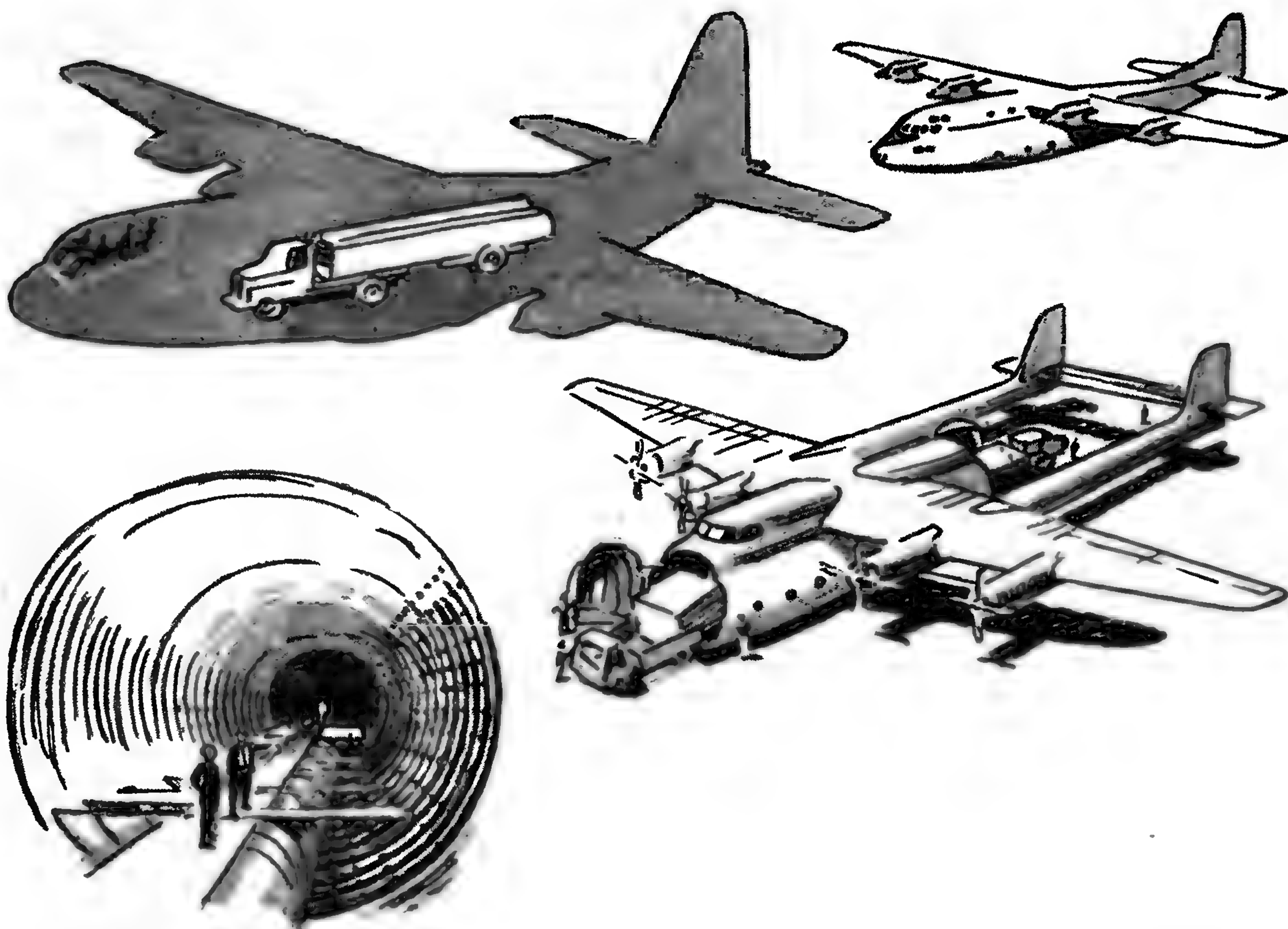
Глава XVI

В НЕБЕ БУДУЩЕГО

Из этой главы читатель узнает о роли авиации в народном хозяйстве будущего, познакомится с грузовыми, сельскохозяйственными, геолого-разведочными, «погодными» и другими специальными самолетами различного назначения.

Пассажирское сообщение, о котором мы рассказывали, — это главное, но далеко не единственное назначение мирной, гражданской авиации. И когда говорят, что наш век — век авиации, то имеют в виду не только стремительное развитие пассажирской и военной авиации, но и все более широкое и плодотворное использование самолетов в народном хозяйстве.

В этом отношении развитие авиации повторяет историю автомобиля. Ведь и автомобиль в первые годы своего существования использовался исключительно как средство передвижения людей и перевозки грузов. Конечно, эти функции автомобиля остаются важнейшими и сейчас. Но кто не знает, какое широкое применение получили специальные автомобили? Тут и пожарные машины, и автопогрузчики, и



Самолеты — «летающие киты». Слева — внутри фюзеляжа самолета «летающий кит» (по журналам «Интеравиа», 1958—1962 гг.).

различные дорожные машины, и целая армия сельскохозяйственных машин, начиная от тракторов и кончая комбайнами, и тягачи всякого рода, и снегоуборочные машины, и еще многие-многие другие. Каждому знакомы эти машины-работяги.

Гораздо менее известны самолеты специального назначения, хотя число их стремительно возрастает и они становятся все более разнообразными. Уже сейчас трудно назвать такую отрасль народного хозяйства, которая не была бы связана с авиацией. В будущем же использование авиации на службе народному хозяйству станет поистине всеобъемлющим. Появятся десятки, сотни новых типов самолетов, созданных для выполнения специальных работ.

Немало таких машин существует уже сейчас. На первом месте в этом ряду надо поставить, конечно, грузовые самолеты. Одни из них предназначены для транспортировки громоздких грузов, и их фюзеляжи по размерам напоминают чрево кита. Через откидывающуюся заднюю, а иногда и переднюю стенку фюзеляжа в эту разверстую



„МИ-6”



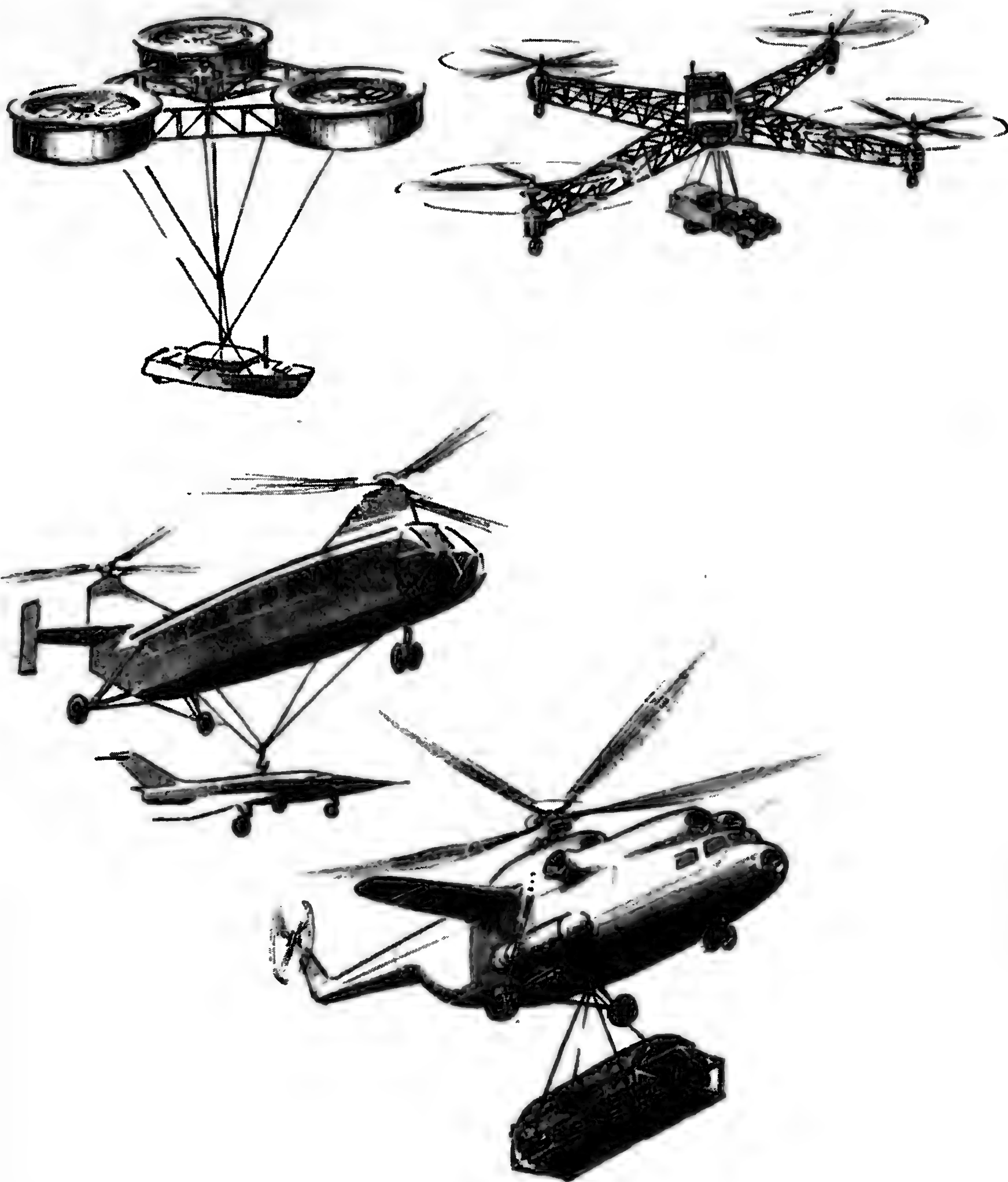
„ЯК-24”



Вертолеты — «летающие вагоны».

пасть легко может войти большая автомашина, и даже не одна. По вместимости эти самолеты (например «АН-8» конструкции О. К. Антонова, прозванный «летающим китом») часто превосходят самые большие железнодорожные вагоны. Есть вертолеты того же назначения, например вертолет «ЯК-24» конструкции А. С. Яковлева или самый крупный в мире вертолет «МИ-6» конструкции М. Л. Миля с двумя газотурбинными двигателями. Эти вертолеты так и называют «летающими вагонами». В будущем появятся, конечно, еще более вместительные грузовые самолеты, рассчитанные на перевозку сотен тонн грузов одновременно. Один такой гигантский самолет заменит целый товарный состав. А о скорости в данном случае, конечно, и говорить не приходится. . .

Но как бы ни была велика вместимость самолета, встречаются грузы, которые не могут войти в фюзеляж. Конечно, можно было бы попытаться подвесить их, но с таким «подвеском» самолет, естественно, ни взлететь, ни сесть, ни лететь не сможет. Это под силу только вертолету, помощь которого может оказаться просто неоценимой (да еще разве только дирижаблю, о чем шла речь выше). Уже сейчас использование вертолетов в качестве летающих подъемных кранов дало замечательные результаты. Нужно было, например, доставить громоздкую и тяжелую установку на самый верх высотного здания, —



Вертолеты — «летающие краны». Показаны и построенные и только предложенные вертолеты.



Самолеты — «летающие танкеры» (по журналу «Авиэйшн Уик», 1956 г.).

вертолет благополучно сделал это. В другом случае вертолет помог произвести замену прожектора на верху маяка. Еще более эффективной может оказаться помощь вертолета, например, при строительстве моста в горном ущелье или в других труднодоступных местах. Обычно доставка и установка ферм в этих условиях представляют собой огромные трудности. Вертолет или сразу два вертолета, если груз слишком велик, могут не только доставить ферму, но и установить ее на опоры. Такие случаи уже были. Кстати, наиболее эффективны в качестве «летающих кранов» реактивные вертолеты — они обладают значительной грузоподъемностью, а увеличенный расход топлива при недолгом полете не играет существенной роли.

Широко будут применяться и самолеты-цистерны для перевозки жидких грузов, в частности различных топлив. Уже сейчас подобные летающие танкеры находят все большее применение для заправки военных самолетов в полете.

Так, в 1957 году три американских бомбардировщика с несколькими заправками в воздухе облетели земной шар без посадки. Вероятно, в будущем это используют и для сверхдальних реактивных пас-

сажирских экспрессов. Даже простая перевозка жидкого топлива через океан на огромных самолетах оказывается выгоднее, чем на обычных океанских танкерах.

Иногда «летающие танкеры» будут перевозить... воду — садки для рыб и мальков. Уже сейчас переброска их самолетом из одного водохранилища в другое оказывается иной раз незаменимой, потому что при перевозке по железной дороге, как правило, гибнет более половины рыб.

Будут совершать регулярные рейсы и самолеты, снабженные холодильными установками. Как и их собратья на железнодорожных рельсах и асфальтированных магистралях, самолеты-рефрижераторы будут окрашены в белый цвет, чтобы лучше отражать солнечные лучи. Но перевозка по воздуху «холода» этим не ограничится.

... Самолет только что совершил посадку. Но из него ничего не выгружают.

Через некоторое время к самолету подъезжает тягач, на буксире у которого цепочка каких-то странных тележек, немного напоминающих водовозные бочки. Уж не воду ли привез новый самолет? Действительно, вскоре от самолета к тележкам протянулся шланг. Но если бы мы выпустили жидкость, текущую по этому шлангу, на аэродром, трава мгновенно бы завяла, покрывшись инеем. По шлангу из самолета в тележки переливается жидкий кислород, несущий в себе холод всех своих 183 градусов.

Но сколько же кислорода привез летающий кислородный танк, если один за другим отъезжают от него поезда тележек, а заправка кислородом продолжается? По всем расчетам, запасы должны были бы давно уже истощиться.

Однако этого не происходит. И неудивительно — на самолете, оказывается, не было ни капли жидкого кислорода. Этот самолет — не гигантский сосуд, а летающий завод, состоящий из многих сложных и тонких машин.

Такой завод способен за короткое время удовлетворить потребности в жидком кислороде многих самолетов и больших ракет да еще заполнить опустевшее хранилище на аэродроме. При современном широком использовании жидкого кислорода в ракетных двигателях, для дыхания экипажа и пассажиров, а также для всяких ремонтных и других работ, требующих сварки, подобные «летающие заводы» могут найти большое применение.

Целый флот специально оборудованных самолетов будет занят перевозкой матриц газет во многие крупные города страны. И жители этих городов будут читать центральные газеты одновременно с москвичами, как это уже сейчас удастся, например, ленинградцам или тбилисцам, да и не им одним.

Далеко вперед шагнет авиапочта. Сейчас еще часто бывает, что



Опрыскивание садов с вертолета.

в периоды плохой погоды авиаписьма приходят позже обычных. Но пройдет немного времени, и зависимость авиации от погоды окончательно уйдет в прошлое. Тогда и срочная доставка авиапочты будет гарантирована в любых условиях.

Но дело не только в этом. Посмотрите в почтовом отделении на список пунктов авиасвязи — уж очень он жидковат. Это объясняется главным образом тем, что почта пользуется в основном пассажирским авиасообщением. Куда летают рейсовые пассажирские самолеты, туда можно обычно отправить и авиаписьмо. Так будет не всегда. Железнодорожные почтовые вагоны — обязательный атрибут любого дальнего поезда — в будущем придется переоборудовать под пассажирские. Ведь если разобраться, это уже нетерпимо, что в век искусственных спутников, облетающих Землю за полтора часа, письмо путешествует на Дальний Восток чуть ли не две недели! Сутки или самое большее двое суток — вот максимальный срок доставки любого письма. Конечно, это сбудется, ибо почта станет только авиационной.

... Московский почтамт закончил комплектовку почты. Десятки контейнеров с письмами, посылками, бандеролями ждут отправки на юг. Пневматический лифт доставляет все эти контейнеры на плоскую крышу нового здания почтамта. Там их ждет вертолет. Еще несколько минут — и груз мчится со скоростью 200 километров в час на подмосковный аэродром почтовой авиации. Не прошло и получаса, как реактивный почтовый самолет взлетает с аэродрома, беря курс на Кавказ. Меньше чем через три часа он совершит посадку в Тбилисском аэропорту.



Патрульный полет самолета
над лесом.

Это время для экипажа загружено до предела — идет сортировка почты. Внутри самолет напоминает почтовый вагон с его многочисленными стеллажами, но вагон высокоомеханизированный. Основная работа по сортировке выполняется «умными» машинами. Без них за короткое время полета не удалось бы рассортировать сотни тысяч писем и других почтовых отправлений. Небольшие и легкие электронные кибернетические машины удалось создать только при широком использовании полупроводников, печатных схем и других средств миниатюризации электронной аппаратуры.

Только-только приземлился самолет, а к нему уже мчатся автопогрузчики. Они развезут контейнеры и мешки с почтой по обширному аэродрому. Вслед за этим поднимутся вертолеты, направляющиеся в Ереван, Баку, Батуми и другие центры Закавказья. В самом глухом горном селении письмо из Москвы получают ненамного позже, чем на проспекте Руставели в Тбилиси...

Если почтовая авиация вытеснит в будущем почти все другие виды почтовой связи, то этого нельзя сказать, например, о сельскохозяйственной авиации. Действительно, с самолетов нельзя, конечно, пахать землю или убирать хлеб, без тракторов и комбайнов тут не обойдешься. И все же роль авиации в сельском хозяйстве страны, несомненно,

сильно возрастет. Вряд ли будет преувеличением, если мы скажем, что на долю самолетов придется в будущем немногим меньше работ, чем на долю всех сельскохозяйственных машин вместе взятых.

Уже сейчас авиация берет на себя все больше дел в сельском хозяйстве. В будущем же на нее возложат почти целиком такие трудоемкие работы, как сев, борьба с сорняками и вредителями, опыление, удобрение, подкормка. И, конечно, ни одна самая производительная машина не сделает даже сотой доли того, что выполнит специальный сельскохозяйственный самолет или вертолет. Значит, это сэкономит сотни, тысячи рабочих дней и поможет выиграть ценное в сельском хозяйстве время. Огромные самолеты и вертолеты-цистерны, резервуары для сыпучих и жидких веществ — ядохимикатов, семян, удобрений, в том числе радиоактивных, — снабженные рассеивающими, распыливающими и разбрызгивающими устройствами, будут летать над полями и огородами. Самолеты сельскохозяйственной авиации должны будут, конечно, садиться и взлетать здесь же, у самого полевого стана. Но, пожалуй, лучше всего проявят себя в этом случае вертолеты: отбрасываемая несущими винтами воздушная струя поможет хорошему распыливанию и разбрызгиванию жидкости.

Еще больше скажется это преимущество вертолетов в лесоводстве и садоводстве. Вряд ли кто-нибудь лучше авиации справится с посадкой леса, уничтожением вредителей, противопожарной защитой.

Перевозкой рыб и мальков далеко не исчерпывается помощь рыбному хозяйству, которую авиация оказывает уже сейчас. Тут и разведка рыбы в море, и поиски китов и лежбищ морского зверя, и ледовая разведка (она необходима, конечно, не только рыбакам, но и всему морскому флоту страны), и помощь терпящим бедствие судам и унесенным на льдине рыбакам (сколько жизней уже спасено авиацией!), и еще многое, многое другое.

Нельзя не упомянуть и о роли авиации в борьбе с . . . наводнениями. Мы имеем в виду вовсе не одну только помощь, которую оказывает авиация населению, терпящему бедствия. Это помощь общепризнана и чрезвычайно ценна, — она почти полностью ложится на вертолеты. Какую колоссальную работу проделали наши вертолеты, например, во время наводнений на Дону, на Дальнем Востоке и в других местах, сколько жизней и народного добра они спасли! Бывало, едва успевал последний человек подняться по веревочной лестнице с крыши затопленного дома на борт парящего вертолета, как эта крыша скрывалась под водой.

Но с наводнениями можно иногда бороться иначе. Известно, что наводнения часто вызываются поздним вскрытием рек, сопровождающимся бурным таянием снегов. В таких случаях достаточно ускорить вскрытие реки, чтобы предотвратить наводнение. Но как осуществить это с помощью самолетов или вертолетов? Нужно заставить ледовое покрытие поглощать больше солнечных лучей, посыпав с воздуха лед черным шлаком,

Так можно ускорить таяние не только льда, но и снега. Известно, как важно для увеличения урожая задержать влагу в почве. Для этого проводится снегозадержание, и полевые работы начинаются как можно раньше. Но авиация может только ускорить таяние снега, а здесь, как видно, требуется нечто совсем противоположное... Однако если сделать снег «полосатым», то есть устроить перемежающиеся полосы белого и «черного», посыпанного золой, снега, то задача будет решена. «Черный» снег растает быстрее, но сохранившиеся полосы обычного снега не позволят влаге уйти, она впитается в почву.

Велика роль авиации и в геологии — в поисках полезных ископаемых. Сверху удастся охватить весь рельеф, а иногда даже и непосредственно найти выходы полезных ископаемых. Поиски урана и других радиоактивных

веществ могут вестись по их излучению, для чего на самолете устанавливаются чувствительные приборы. Насколько эффективен этот метод, видно из такого примера: если, допустим, сильный источник радиоактивного излучения находится на глубине около метра от поверхности, то на земле уже на расстоянии 25 метров его обнаружить не удастся. С воздуха же мы без труда обнаружим его, находясь на высоте 50 метров! А о скорости и удобствах такой разведки и говорить нечего.

С успехом могут быть использованы для авиационной геологической разведки и магнитные свойства вещества. В этом случае самолет должен быть оборудован более сложной аппаратурой.



МАГНИТОМЕТР НА БУКСИРЕ
У САМОЛЕТА

ВЕРТОЛЕТ-ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧИК
С ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ УСТАНОВКОЙ

Самолеты и вертолеты — геологоразведчики
(по журналу «Интеравиа», 1957 г., и др.).

Идея «летающего геологоразведчика» проста. Гигантское кольцо, смонтированное вокруг самолета или установленное как-нибудь иначе, представляет собой виток катушки, излучающий поток магнитных линий. В зависимости от того, какие вещества находятся на небольшой глубине в земной коре, меняется и напряженность магнитного поля под пролетающим самолетом. Эта напряженность измеряется специальным высокочувствительным магнитометром. Чтобы на показания прибора не влияли магнитные массы самого самолета, магнитометр обычно буксируется на длинном тросе.

С помощью самолета-геологоразведчика можно находить не только залежи металлов, но и нефти, и асбеста, и других веществ на глубине до 100 метров. Работа одного самолета в течение нескольких дней может заменить изнурительный многомесячный труд целой партии геологов.

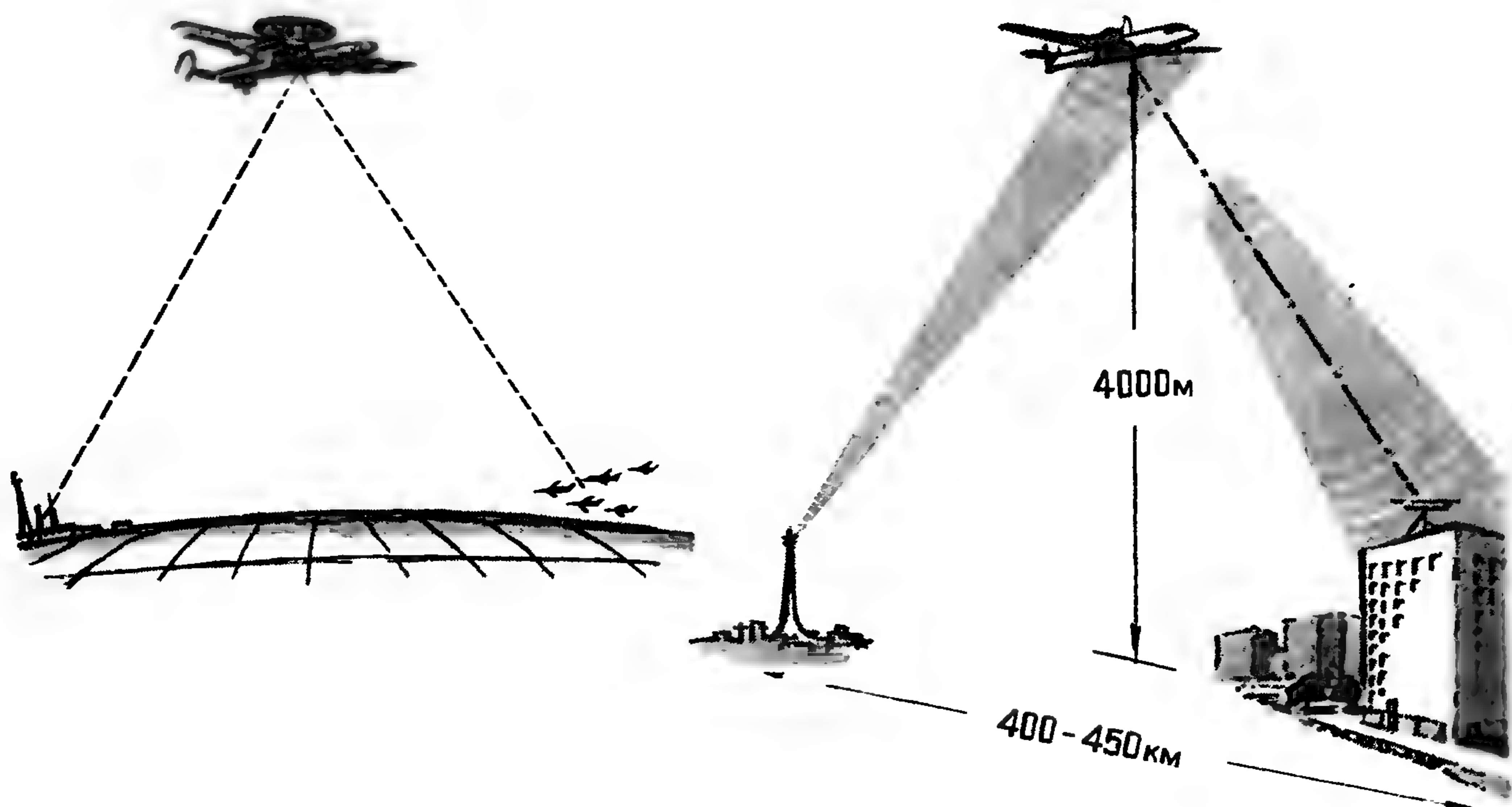
Особенно важна аэрогеологоразведка в труднодоступных местах. Для расшифровки записей приборов самолета-геологоразведчика обязательно нужны электронные вычислительные устройства, иначе это продлится дольше, чем сам полет.

Еще значительнее эффект, который может быть получен при геологоразведке с помощью такой новой области авиации, как... астронавтика. Конечно, здесь речь идет не о разведке полезных ископаемых на Луне или Марсе.

Но как можно искать залежи угля или металла на Земле, пользуясь космическими кораблями?!

Оказывается, можно. Правда, космические корабли не должны удаляться на слишком большие расстояния от земной поверхности, им придется летать вокруг Земли — это будут искусственные спутники. Причем для проведения геологоразведочных работ не надо ждать, пока будут созданы населенные искусственные спутники. Могут использоваться автоматические спутники вроде тех, которые уже запущены. Они не должны быть для этого даже тяжелее, чем, скажем, второй и, в особенности, третий советский спутник. Единственное, что требуется, — обеспечить высокую точность наблюдений за орбитой спутника.

Понятно, что геологоразведка со спутников будет основана на иных принципах, чем с самолетов. На спутнике вовсе не будет приборов для этой цели — самым ценным прибором окажется сам спутник. Наблюдая с помощью точнейших устройств за полетом спутника и измеряя малейшие отклонения орбиты его полета от рассчитанной, можно установить, как изменяется сила земного тяготения в каждой данной точке под спутником. А это позволит, в свою очередь, судить о причинах установленных аномалий земного тяготения, то есть отклонений от средней его величины. Ведь такие аномалии могут объясняться только тем, что в недрах земли лежат значительные массы более легкого или, наоборот, более тяжелого вещества. По мере накопления опыта можно будет почти сразу устанавливать даже,



Самолет — радарный разведчик. Такие же самолеты могут быть использованы для телевизионной ретрансляции.

какие именно это вещества, на какой глубине они находятся и сколько их там.

Собственно говоря, некоторый опыт георазведки из космоса советской наукой уже накоплен. Так, например, измерения, произведенные с борта искусственного спутника, позволили разгадать тайну так называемой Восточно-Сибирской магнитной аномалии, установить, что, в отличие от подобной же Курской аномалии, здесь руды залегают на очень большой глубине, исключаяющей возможность их разработки, по крайней мере, в предвидимом будущем.

Стоило бы еще заметить, что предположение о поисках полезных ископаемых на... Луне или Марсе, от которого мы мимоходом отмахнулись, оказывается, далеко не так бессмысленно. Ведь Луна образовалась, вероятно, одновременно с Землей и по одним с ней законам. Исследование Луны, как и других планет, могло бы иметь большое значение для науки, изучающей строение Земли, а значит, и для поисков полезных ископаемых на Земле.

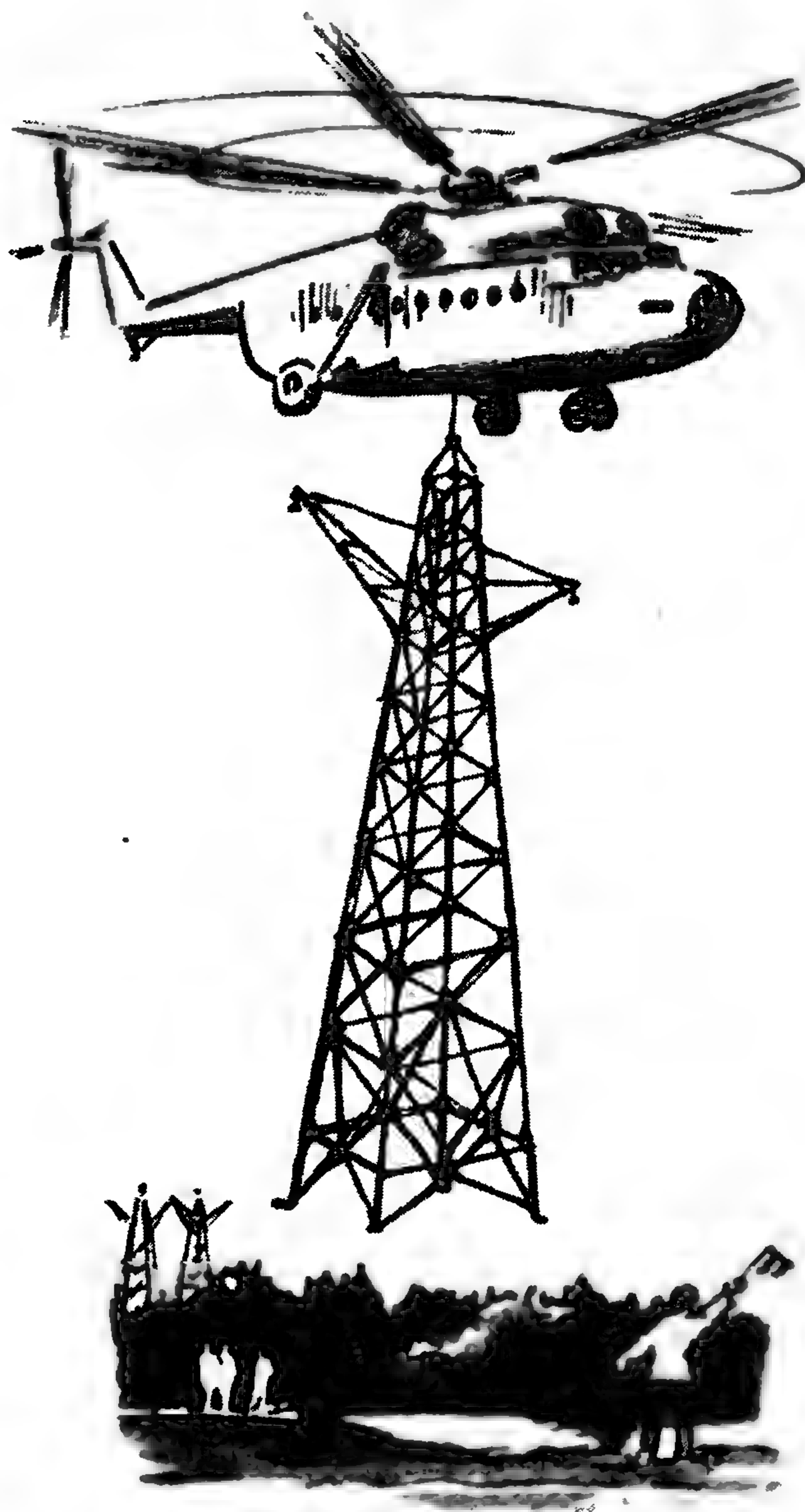
И еще одна ценная служба авиации, все будущее которой впереди. С земли, пожалуй, этого не увидишь, но с борта пассажирского самолета уже сейчас иной раз можно заметить один, а то и несколько самолетов или вертолетов, занимающихся, очевидно, аэросевом. Только почему-то свое зерно эти самолеты рассеивают над... тучей. Оказывается, они входят в состав авиационной службы погоды. Стоит пролететь такой эскадре над огромной тучей и покропить ее сухим льдом

или йодистым серебром, как через некоторое время туча, плотно закрывавшая аэродром или грозившая ненужным дождем, исчезает. Дождь или снег идут там, где это необходимо человеку.

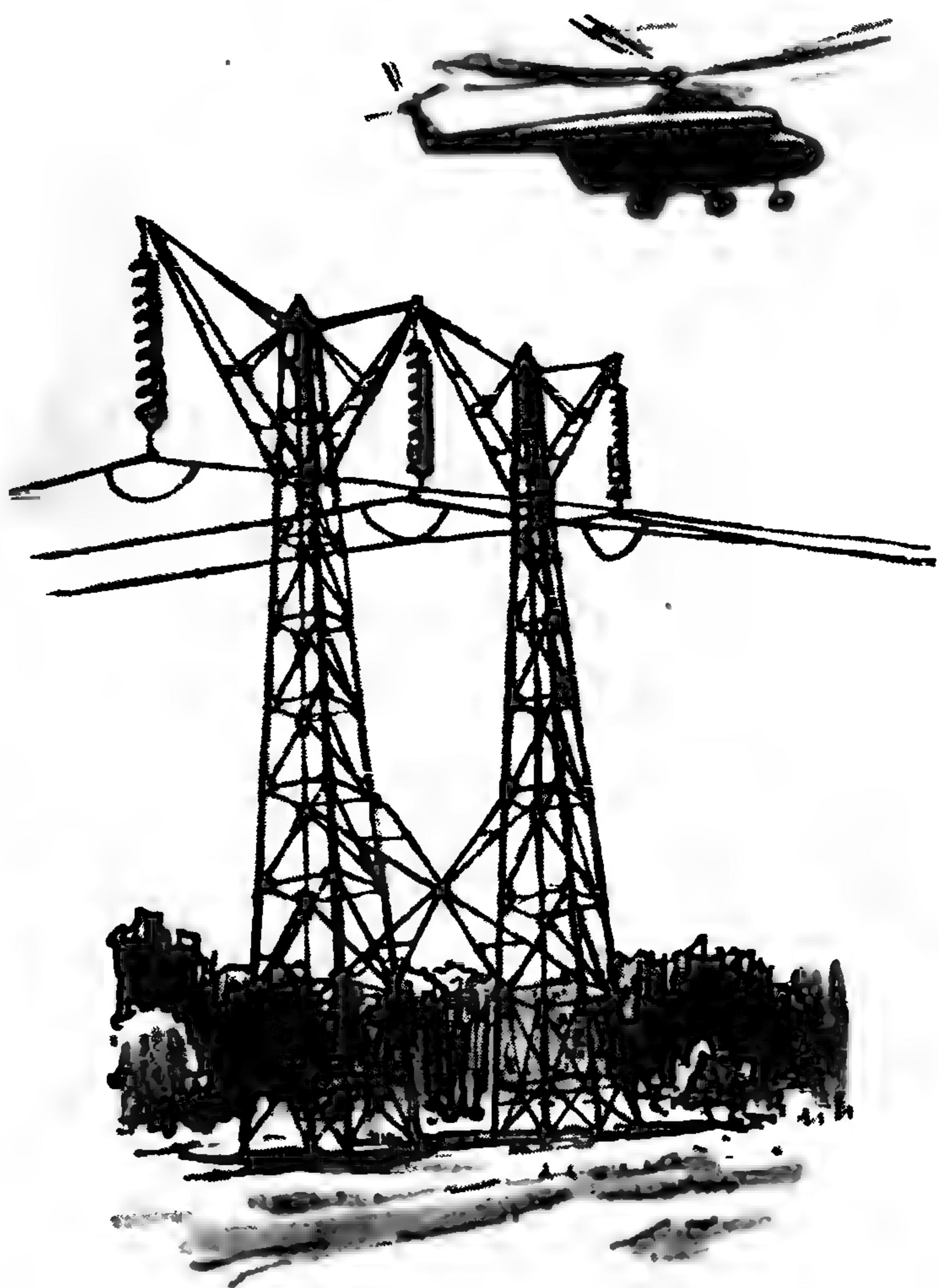
Вот только один пример замечательной службы «погодной», или метеорологической авиации. Представьте себе, с каким огорчением смотрели на покрытое сплошной облачностью небо советские и иностранные ученые, собравшиеся 15 февраля 1961 года в Крыму для наблюдения за происходившим в этот день кольцеобразным солнечным затмением. И вдруг — о счастье! — буквально за несколько секунд до начала затмения образовалось, как по мановению ока, «окно» приличных размеров 30×60 километров в сплошном облачном покрове, и через это окно брызнули потоки солнечных лучей. Кудесником и спасителем ученых был наш знакомый «погодный» самолет.

В небе будущего подобные самолеты, в буквальном смысле «делающие» погоду, будут частыми гостями. Без них не обойтись ни самой авиации, заинтересованной в беспрепятственной работе аэродромов, ни сельскому хозяйству, ни организаторам спортивных праздников, которые рискуют сорваться, как это иногда случается, из-за капризов природы. Звонки в Бюро погоды будут часто означать тогда не вопрос, а заказ.

Ну, а какова роль этого странного самолета, несущего на себе громоздкое сооружение в виде гриба? Оказывается, он находится на службе... телевидения. С его помощью удастся обслужить передачами обширные районы, не имеющие телевизионных центров. На самолете установлена ретранслирующая аппаратура, она принимает передачи центра, усиливает их и посылает в эфир. Не будь такой летающей передаточной станции, пришлось бы строить радиорелейные линии, тре-



Вертолёт помогает строить линии



электропередачи и патрулировать их.

бующие большого количества приборов и ценных материалов. По несколько часов в день в воздухе будут находиться цепочки барражирующих, то есть непрерывно дежурящих, самолетов и вертолетов, снабженных ретрансляционными установками. Разве только потом, когда в космосе вокруг Земли будут бесконечно долго обращаться многие искусственные спутники, с их помощью еще проще удастся осуществить телевизионную и коротковолновую радиоретрансляцию. Но ведь и астронавтика — только младшая сестра авиации. . .

Мы еще не сказали о санитарной авиации. Перевозка врачей и больных, переброска медикаментов и консервированной крови, борьба с малярийными комарами, клещами и т. д. . . Кто лучше авиации справится с этими задачами? С помощью авиации удалось практически ликвидировать малярию в нашей стране. Но во всем мире ею болеют еще сотни миллионов людей.

Авиация может бороться не только с комарами и грызунами, но даже и с. . . волками, приносящими огромный вред, в частности овцеводству в восточных

районах нашей страны. Стрельба с самолета, с высоты 15—20 метров по стае волков, конечно, неизмеримо более увлекательное дело, чем опыливание плавней!

Все более важной будет роль авиации в геодезических и картографических работах. С помощью аэрофотосъемки уже сейчас уточняются карты огромных поверхностей земного шара. В будущем еще более усовершенствуется разрабатываемая уже сейчас цветная и стереоскопическая съемка с воздуха. И тогда можно будет получать совершенно точные и детальные изображения земной поверхности. Все задачи геодезистов и картографов станут решаться практически с помощью авиации и, конечно, астронавтики. Авиация сможет помочь геодезии даже

в таком, казалось бы, неожиданном для нее деле, как установка... геодезических вышек. Вертолеты «МИ-4» конструктора М. Л. Миля уже использовались в ГДР для этой цели: они производили установку вышек высотой 12 и даже 17 метров в труднодоступных районах страны¹.

Но перечень услуг, которые сможет оказать авиация геодезии, картографии и смежным с ними отраслям науки и техники, этим далеко не исчерпывается. Проектирование и строительство железнодорожных, водных и шоссейных путей, нефтепроводов и каналов, гидроэлектростанций и водохранилищ, картографирование и таксация лесов, изыскание новых путей лесосплава и много, много других дел будет выполняться с помощью аэрофотосъемки. Даже археологии авиация окажет еще немало важных услуг: ведь уже не раз авиаторы помогали находить интересные памятники старины...

С каждым годом все больше линий электропередач опоясывает нашу страну, сливаясь в единую высоковольтную сеть. Но за тысячами километров кабелей и мачт нужен неослабный контроль и уход. Если поручить это обходчикам, потребуются легионы людей. То ли дело авиация! С самолета можно, как показал опыт, осмотреть за день огромные участки электропередач. Уже имеется опыт, правда пока еще очень небольшой, строительства электролиний с помощью вертолетов. С них удавалось подвешивать провода и даже устанавливать опоры. Несомненно, что в будущем этот опыт найдет самое широкое применение. Возможно, будут даже созданы целые подразделения «строительной» вертолетной авиации: ведь уже в июне 1959 года вертолет «Як-24» осуществил смену перекрытий при ремонте Екатерининского дворца в городе Пушкине! При этом он снял 32 старых фермы весом по 2600 килограммов каждая и установил 11 новых по 1800 килограммов.

Или вот еще... Впрочем, довольно: наше перечисление может стать бесконечным. Да и стоит ли еще и еще раз доказывать, что наш век — век авиации!

Глава XVII

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПОМОЩНИКИ

Эта глава рассказывает о замечательном союзе авиации и ракетной техники с автоматикой и кибернетикой, об автоматических «летчиках», «штурманах», «бортинженерах» и «диспетчерах аэропортов».

Когда мы говорим — век авиации, то имеем в виду, конечно, не только авиацию в обычном смысле слова, то есть пилотируемые самолеты и вертолеты, но и авиацию беспилотную. Уже сейчас беспилотные летательные аппараты, как крылатые, так и бескрылые, играют

¹ Журнал «Мансли техникал ревю», № 7, 1962 г.

огромную роль в военной технике. Будущее поставит их также на службу мирной авиации.

С помощью автоматического управления, радиоэлектроники, телемеханики и других достижений современной науки за последние годы удалось построить замечательные беспилотные аппараты. Теперь есть ракеты и беспилотные самолеты, летающие точно к заданной цели за многие тысячи километров, выполняющие любые заданные или передаваемые по радио команды, совершающие успешную посадку в любых метеорологических условиях.

Возможности использования этих автоматических помощников людей поистине неограниченны. В будущем, например, беспилотные самолеты и ракеты смогут широко применяться для переброски почты и грузов на любые расстояния.

Письма и наиболее срочные грузы будут доставляться баллистическими ракетами, способными перепрыгнуть за полчаса на противоположную сторону земного шара. Грузы второй очереди будут доставляться с помощью реактивных беспилотных самолетов.

Но больше всего, конечно, будет обычных, не слишком срочных грузов. Их можно будет доставлять, вероятно, на беспилотных... планерах.

Планеры всегда служили для спорта. В свое время высказывалась мысль о применении планерных поездов для перевозки людей и грузов. Эта идея даже практически осуществлялась в ходе последней войны. Но в эру реактивной авиации с ее огромными скоростями мысль о широком использовании планерных поездов как-то сама собой угасла. И вдруг для будущего рекомендуются планеры, да еще беспилотные, чего и вовсе не бывало! И все же, можно думать, в будущем сотни планерных поездов будут ежедневно переносить грузы на большие расстояния. Это будет, пожалуй, самый дешевый вид авиационного грузового транспорта.

Возрождение идеи планерных поездов связано, конечно, с новыми научными и техническими достижениями. В совершенстве будут изучены воздушные потоки, в том числе и на очень больших высотах. Будут созданы высокоскоростные стратосферные планеры, — отдельные образцы их уже появляются. Новых вершин достигнут автоматика и телемеханика. Буксирные реактивные самолеты будут заносить планерные поезда из десяти, а то и большего количества тяжелых планеров на высоту 25—30 километров. Там буксировщик отцепится и возвратится на аэродром за следующим поездом. Планеры же, управляемые автопилотами, отправятся в свой путь, иногда за тысячи километров. Во всех направлениях помчатся, не требуя ни капли топлива, бесшумные планерные поезда. Автоматический «летчик» будет не только в совершенстве владеть техникой пилотирования, но его электронный вычислительный «мозг» выполнит все необходимые навигационные расчеты с учетом всех возможных неожиданностей и случайностей.

В организации дальних планерных перелетов будут широко использованы недавно открытые «струйные течения» — мощные воздушные реки. Они постоянно мчатся на границе стратосферы и выше ее в одном и том же направлении со скоростью, иногда превышающей 300 километров в час. С их помощью планер может облететь без посадки вокруг земного шара (конечно, струйные течения будут также использоваться всей авиацией. Это приведет к большой экономии топлива, а следовательно — значительному увеличению дальности полета, что уже не раз проверено на практике).

Автоматические «летчики» будут водить, разумеется, не только грузовые, но и пассажирские самолеты. Ведь уже сейчас с успехом испытываются первые «автоматические машинисты» железнодорожных локомотивов, а пассажирские самолеты значительную часть пути летят, управляемые автопилотами. Совсем не так много осталось сделать, чтобы отпала нужда в летчике и на пассажирском самолете.

Стоит ли говорить о той роли, какую играют беспилотные летательные аппараты — управляемые снаряды — в военной технике! Мирный созидательный труд советских людей должен быть и будет надежно охранен, границы нашей страны будут неизменно заперты на крепкий замок от любого непрошеного гостя. И это касается, конечно, границы, проходящей не только по суше и воде, но и по воздуху.

Лучшее свидетельство тому — то ставшее знаменитым первомайское утро, когда нашел свой бесславный конец самолет-шпион с летчиком Пауэрсом, настигнутый в бездонном небе карающей советской ракетой.

Но, пожалуй, нигде не будет столь неоценимой, поистине незаменимой служба автоматических помощников людей, как в астронавтике.

Особенно велика роль этих «автоматических астронавтов» сейчас, когда человечество только приступает к штурму космоса, когда в этом направлении совершаются лишь первые шаги. Это объясняется несколькими причинами. Тем, что бескрайние просторы космоса таят в себе множество грозных опасностей для осмелившегося проникнуть в них человека; где опасно человеку, особенно ценна замена его автоматом. И тем, что нам известны пока далеко не все подводные рифы и скалы безграничного океана мирового пространства; понятно, сколь ценна роль автоматических разведчиков космоса, прокладывающих в нем пути человеку.

Но главное все же заключается не в этих очевидных причинах. Есть еще другое обстоятельство, неизмеримо более важное, хотя, может быть, и не столь очевидное. Речь идет о том, что автоматические помощники людей оказываются несравненно более пригодными для штурма космоса, чем сами люди. Не потому, конечно, что они «храбрее», «разумнее» или «неприхотливее», хотя это последнее обстоятельство также важно. Все дело в том, что у любого астронавта, кроме автоматического, есть один решающий «недостаток» — его необходимо доставить обратно на Землю. А это настолько усложняет и без того

грандиозную по трудности задачу организации межпланетного полета человека, что пока еще она не под силу науке.

Вот почему, прежде всего, оказывается такой неоценимой сейчас роль «автоматических космонавтов», вот почему они уже настолько опередили людей в штурме космоса. Действительно, пока еще счет космических побед человека не столь уж велик — всего несколько раз человек выходил в космос, совершая орбитальные полеты вокруг Земли. Успехи автоматических «межпланетных путешественников» неизмеримо больше. Уже не раз совершали они полеты к Луне, выходили на трассы искусственных планет — спутников Солнца, совершали полеты к Венере и Марсу. Впереди новые дальние и ближние полеты автоматических разведчиков космоса, их посадка на Луне и планетах, выполнение других сложных и ответственных заданий. Автоматы будут прокладывать все новые пути в космос посланному их человеку.

Однако автоматические разведчики космоса занимают особое положение среди всех других автоматических помощников человечества в авиации и ракетной технике не только благодаря этим своим заслугам перед наукой. Их значение определяется еще и тем, что они являются как бы своеобразными рекордсменами в отношении успехов автоматики, телемеханики, радиоэлектроники. Все наиболее передовое, ценное, прогрессивное, интересное, что достигнуто этими науками, нашло свое воплощение в автоматических разведчиках космоса. Вот почему так поразительны сложнейшие, поистине умопомрачительные функции, которые выполняют эти автоматы в космосе.

Действительно, что может сравниться по сложности, точности и совершенству с автоматами, с невиданной точностью прокладывающими свой путь в бездонных глубинах мирового пространства, занимающими там строго определенное, наперед заданное положение относительно Земли, Луны или Солнца, выполняющими бесчисленные сложнейшие научные эксперименты в космосе и передающими результаты своих наблюдений ученым на Землю! На этих мчащихся в космосе научных лабораториях автоматически выполняется множество других, самых разнообразных и сложных «умных» действий: открываются и закрываются створки, обеспечивая заданную «комфортную» температуру для тонких и точных приборов, включаются и выключаются различные приборы и аппаратура, безукоризненно работают автоматические рации, солнечный свет высокоэффективно преобразуется в электрическую энергию, получают кислород для дыхания, пищу и воду первые межпланетные путешественники — Лайка, Белка, Стрелка. . .

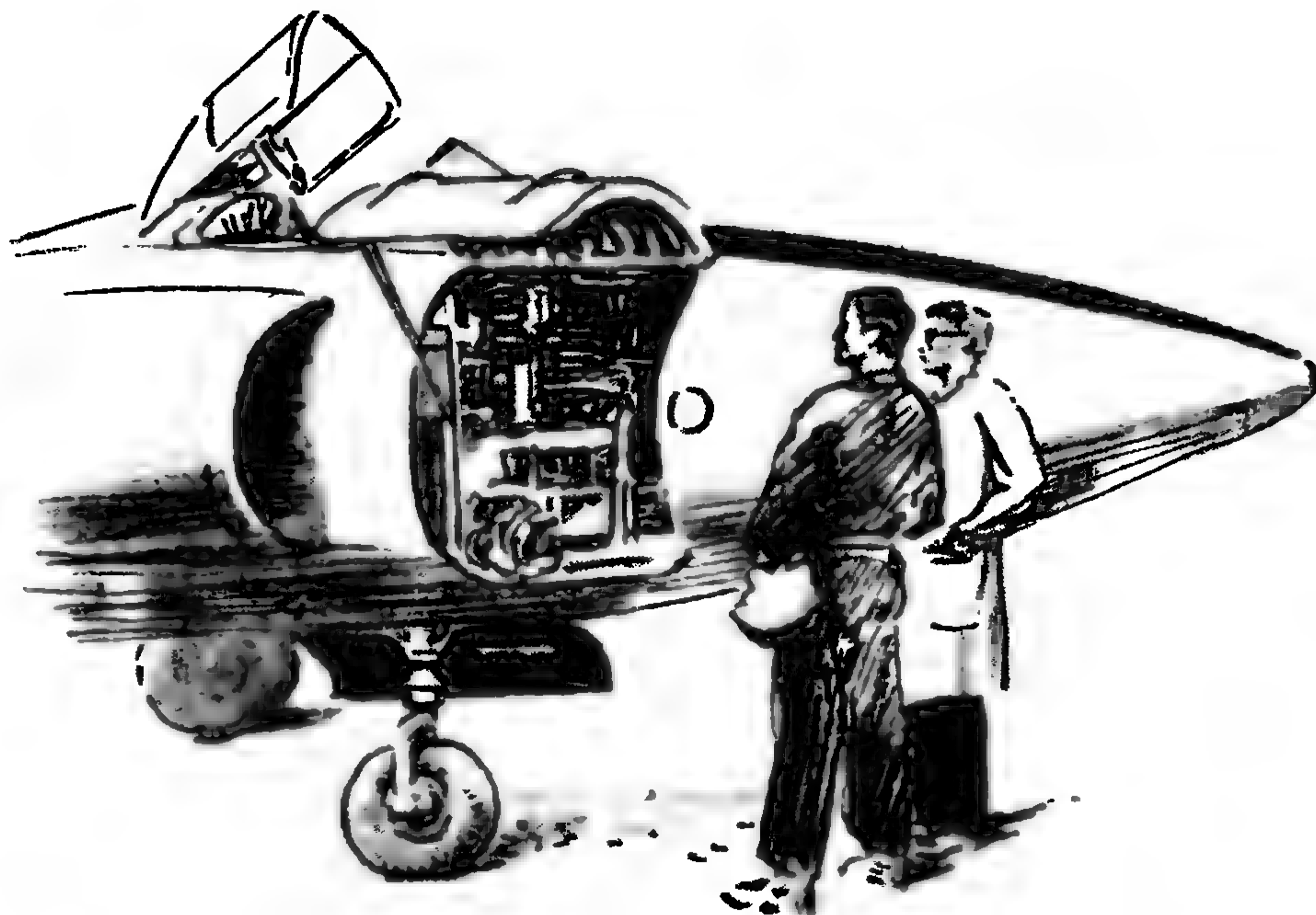
Своеобразный рекорд в отношении виртуозности и мастерства автоматического выполнения сложнейших задач побила автоматическая межпланетная станция, запущенная в нашей стране в день, когда космической эре человечества исполнилось два года — 4 октября 1959 года. Как иначе можно оценить на самом деле то, что совершено этой станцией и что буквально потрясло человечество?

Немало впечатляющих достижений на счету у этой станции, но одно из них поистине поражает. Находясь в полете в космосе на колоссальном, трудноподдающемся представлению расстоянии от Земли, межпланетная станция совершила научный подвиг, являющийся, естественно, подвигом создавших и пославших ее ученых. Сначала она повернулась в пространстве, сориентировалась в нем так, чтобы занять нужное положение по отношению к Солнцу и Луне. Затем с борта станции в течение 40 минут двумя аппаратами велось непрерывное фотографирование таинственной, волновавшей в течение многих веков умы астрономов «обратной» стороны Луны. Вслед за тем вступила в действие автоматическая фотолаборатория станции. Наконец, наступила очередь телевизионной станции, также размещенной на этой «умнейшей» космической лаборатории. Телевизионное изображение зафиксированного на пленке лунного ландшафта, еще не виданного людьми, было передано на Землю, чтобы заполнить первые страницы всех газет мира. Вот уж, действительно, нет предела возможностям науки!

Конечно, это только начало. Не так уж много времени осталось теперь до того, как мы сможем таким же образом разглядывать в газетах волнующие фотоснимки марсианских «каналов», сделанные с небольшого расстояния, попытаемся заглянуть под непроницаемый облачный покров Венеры, окинуть оком опаленные нестерпимым зноем пустыни Меркурия или охваченную вечным морозом его же другую сторону...

Само собой разумеется, что как бы ни были совершенны автоматические помощники людей, они никогда не смогут полностью заменить человека и в космосе. Настанет время, и межпланетные корабли доставят космонавтов на Луну, планеты солнечной системы, а потом, может быть, и к другим звездным мирам. Никогда творческий гений человечества не примирится с мыслью о том, что люди обречены вечно быть узниками Земли. Лучшее свидетельство тому — героические полеты первых советских космонавтов. Ничто, ни опасности, ни трудности, не остановят человека на его героическом пути исканий и творчества!

Но даже и после того, как нога человека ступит на девственную поверхность Луны, планет, других небесных тел, когда межпланетные полеты станут, может быть, столь же заурядными, какими стали еще совсем не так давно полеты авиационные, и тогда автоматические космические помощники людей не потеряют своего значения. Они по-прежнему будут разведчиками все новых целей и маршрутов в космосе, на них будут возлагаться вначале самые опасные и трудные задачи. Именно им суждено стать автоматическими радиомаяками, топливозаправщиками и всевозможными складами, радиорелейными и телевизионными станциями, обсерваториями, прожекторами, энергостанциями космоса. Без них не мыслится организация межпланетных сообщений будущего.



Электронный «мозг» современного истребителя (по журналу «Интеравиа», 1957 г.).

Беспилотными самолетами и ракетами отнюдь не ограничивается перечень автоматических помощников в авиации. Не меньшее значение имеют они на пилотируемых самолетах и даже на... земле. В будущем же их значение станет еще бóльшим.

Быстрое внедрение автоматики в авиацию легко объяснимо. Современные самолеты стали чрезвычайно сложными системами, изобилующими всякими специальными устройствами и множеством различных агрегатов¹. Управлять ими так, как это делалось четверть века назад, стало невозможно. И дело здесь не только в сильно возросшем числе функций управления, с которыми уже не в состоянии справиться экипаж самолета. Не меньшее, а может быть, и решающее значение приобретает время, отводимое для осуществления управления. При современных скоростях полета летчик часто уже не успевает привести в исполнение принятое решение, выполнить задуманный маневр, — даже стремительные сигналы, мчащиеся от мозга к руке человека, могут уже не успеть. Тут необходимо и соображать быстрее, чем человек, и быстрее приводить в исполнение задуманное. На помощь приходят автоматические кибернетические устройства.

Такие устройства устанавливаются, например, на многих современных истребителях. Ведение воздушного боя на самолетах, мчащих-

¹ Главным образом поэтому так велика стоимость новейших опытных военных самолетов; они обошлись бы, пожалуй, дешевле, если бы были изготовлены целиком из серебра или даже из золота!

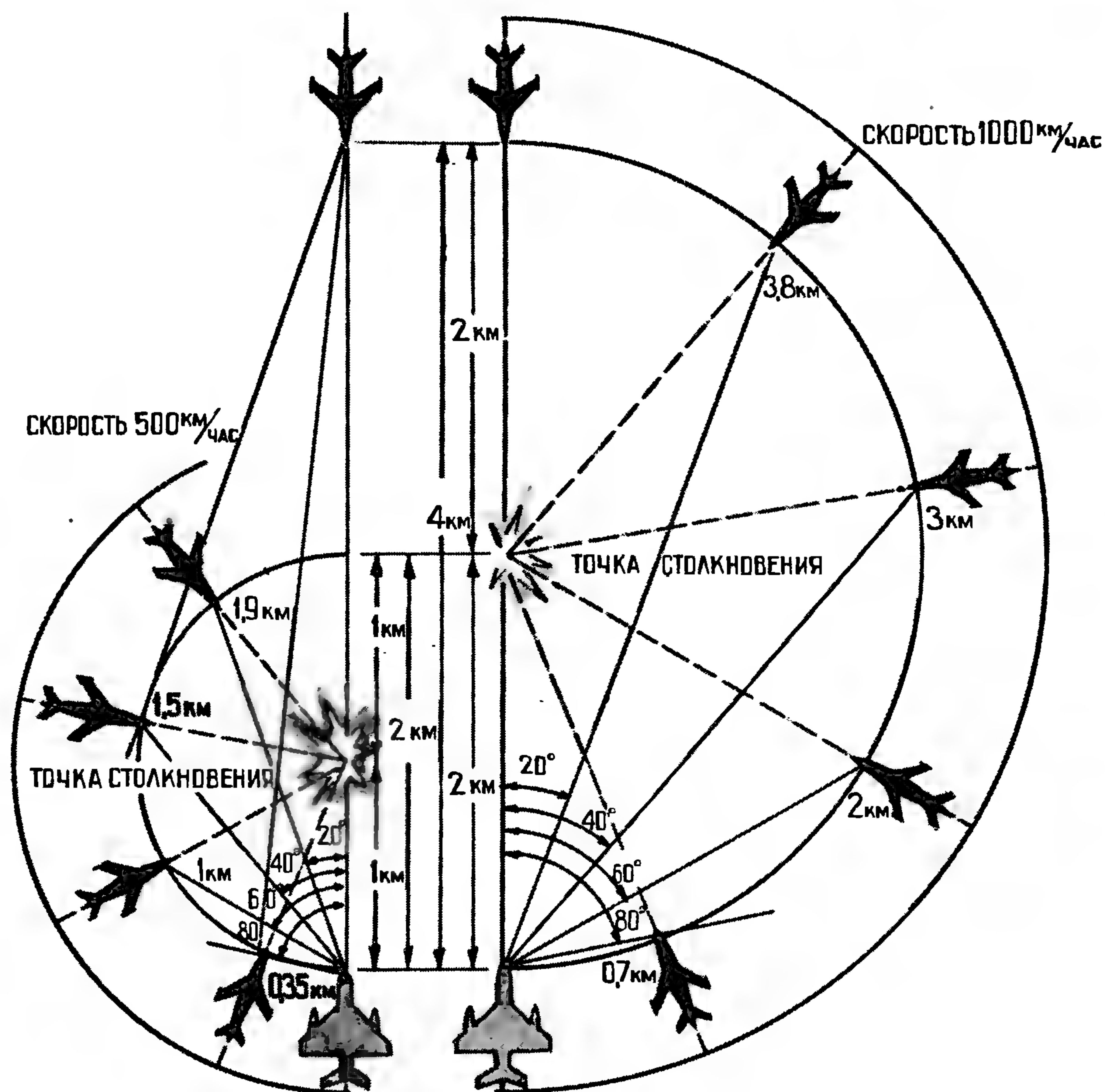
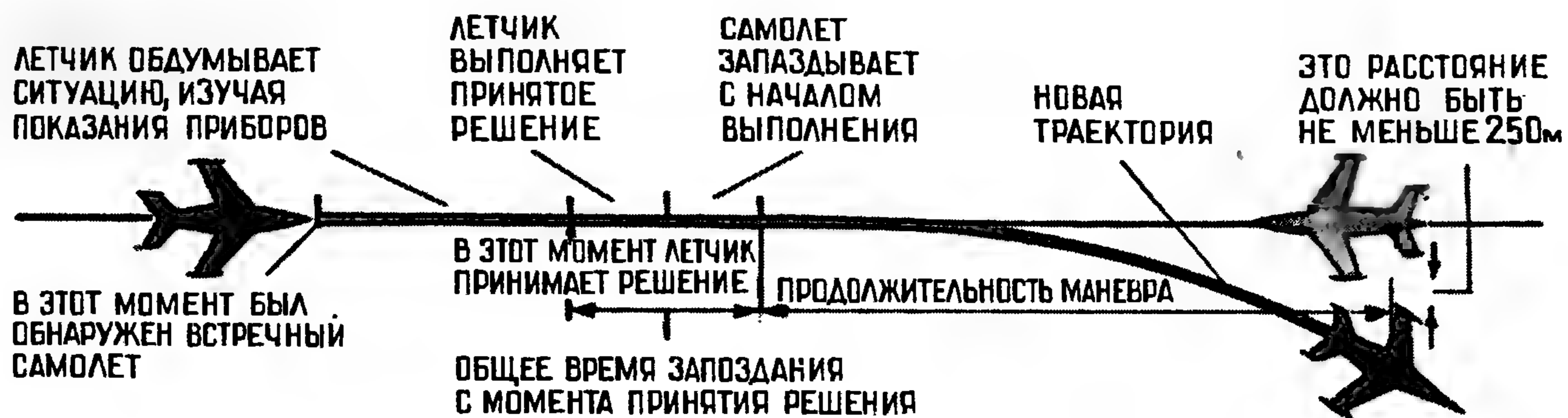
ся со скоростью, большей скорости звука, находится практически уже за пределами человеческих способностей. Поэтому летчик поручает вести бой своему кибернетическому «заместителю», он передает ему все управление самолетом на время боя. Это электронное вычислительное устройство не только выполняет все функции летчика по самолетовождению, но и, учитывая быстро изменяющуюся боевую обстановку, принимает все необходимые решения, выбирает наиболее выгодный момент и характер атаки, ведет огонь из наиболее эффективного в данном случае оружия, выходит из-под огня противника. Летчику предоставляется, таким образом, полная возможность внимательно следить за ходом боя и принимать общие тактические решения. Интересны данные одного из применяющихся в настоящее время в США устройств подобного рода. При весе в 55 килограммов оно способно принимать 6250 различных решений в минуту, учитывая 60 различных факторов, получаемых от наземных станций, самолетных приборов и радара.

Уже давно и с успехом применяются в авиации автопилоты, поддерживающие заданный курс и режим полета. Эти автоматические «летчики» оказывают незаменимую услугу экипажу в длительном полете. Но их помощь уже недостаточна. В будущем наряду с автоматами-летчиками самолеты поведут и автоматы-штурманы. Они будут учитывать уйму всяческих исходных данных — и получаемых от приборов, установленных на самолете, и передаваемых с земли. Обработав эти данные, автоштурман задаст автопилоту наивыгоднейший курс и режим полета, автоматическому «бортинженеру» — наивыгоднейший режим работы двигателей.

Очень важную роль призваны играть на самолетах будущего устройства, автоматически предохраняющие от столкновения в воздухе. Эта угроза даже сейчас становится одной из самых серьезных для авиации — слишком тесно стало в воздухе. Участились столкновения двух, а то и трех самолетов, приводящие к гибели десятков людей¹. Обычно столкновения являются следствием нарушения одним из летчиков правил эксплуатации, но иногда и результатом непредвиденной случайности. Так, 16 декабря 1960 года столкнулись в воздухе над Нью-Йорком два огромных пассажирских самолета — реактивный четырехдвигательный «ДС-8» с 77 пассажирами и 7 членами экипажа на борту и самолет «Супер Констеллейшн» с четырьмя поршневыми двигателями, на борту которого находились 39 пассажиров и 5 членов экипажа². На городские строения упали пылающие обломки самолетов, все находившиеся на них люди погибли. Любые такие случаи должны быть, конечно, предотвращены в будущем.

¹ Любопытно, что в абсолютном большинстве случаев эти столкновения не связаны с плохой погодой. Так, из 172 столкновений гражданских самолетов, происшедших в США за 1946—1952 годы, из-за плохой погоды произошло только... одно столкновение.

² По журналу «Интеравиа», 19 декабря 1960 г.



ДЛЯ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТА С МОМЕНТА ОБНАРУЖЕНИЯ ВСТРЕЧНОГО САМОЛЕТА ЛЕТЧИКУ НУЖНО ПРИМЕРНО 7 СЕКУНД

Авиации необходим «противостолкновитель» (по журналу «Интеравиа», 1957 г.).

Трудность задачи заключается в том, что интенсивность движения на воздушных трассах быстро возрастает, растет также и скорость полета. Остается все меньше времени для того, чтобы установить опасное сближение и предотвратить столкновение. Очевидно, мало на самолете одного лишь автоматического «впередсмотрящего», нужны также «смотрящие» в стороны и даже назад — оттуда также может грозить появление в катастрофической близости опасного соседа. Эти дежурные «наблюдатели» должны отлично видеть не только днем и в ясную погоду, но и ночью, в тумане, при сплошной облачности¹.

Чаще всего бывает, однако, недостаточно просигнализировать летчику о грозящей опасности, даже если можно точно указать, с какой стороны, каким курсом и с какой скоростью приближается грозящий столкновением самолет. При существующих уже сейчас скоростях летчику обычно не остается времени, чтобы совершить спасительный маневр или даже решить, какой именно маневр необходим. Тут нужен автомат, управляемый кибернетическим устройством. Электронный «мозг» быстрее человеческого учтет все обстоятельства и примет лучшее из возможных решение. Такие устройства — противостолкновители — разрабатываются и в будущем станут обязательными для каждого самолета.

Конечно, безопасность воздушного движения одним этим обеспечить не удастся. Придется разработать специальные правила, выполнение которых будет еще более обязательным, чем правил уличного движения. В особенности это относится к зонам с повышенной интенсивностью воздушного движения, в частности к районам крупных городов, воздух над которыми будет кишмя кишеть летательными аппаратами всех типов. Вероятно, придется еще более строго, чем теперь, разграничить зоны для различных летательных аппаратов — самолетов, вертолетов, реактолетов, для линейных самолетов, воздушных такси и т. д. Точно так же будут указаны строго определенные участки, где возможны переходы с одной высоты на другую, изменение курса или «стоянки». В воздухе будут дежурить милицейские вертолеты, снабженные несуществующими пока еще аппаратами регулирования воздушного движения.

Ночью на помощь им придут поляризованные, неслепящие лучи прожекторов, направляемые с земли, и сигнальные огни на тех же милицейских вертолетах. В туман и непогоду воздушное движение придется, вероятно, значительно ограничивать. По крайней мере, это коснется индивидуальных владельцев, с которыми и в воздухе будет больше всего мороки...

Не менее сложной является задача организации воздушного движения в крупных аэропортах. Даже сейчас это превращается в весьма

¹ Для улучшения видимости самолетов в непогоду иногда применяются обшивки, покрытые флюоресцирующей краской, — как светящиеся декорации в театре. Но и это не намного облегчает положение.

нелегкое дело, если учесть, что иногда приходится принимать и отправлять по одному самолету каждые 2—3 минуты. В будущем же интенсивность воздушного движения станет неизмеримо большей. Как обеспечить четкий ритм работы аэропорта, безаварийную приемку и отправку самолетов по графику за минимальное время и в любых метеорологических условиях?

И здесь на помощь придут автоматические кибернетические устройства — без них, пожалуй, задача была бы неразрешимой. Ведь стоит лишь раз сбиться с графика, нарушить расписание, чтобы при большой интенсивности движения в воздухе над аэропортом началась такая сутолока, которая никогда добром не кончается. Да и пробыть в воздухе современные реактивные самолеты могут гораздо меньше: слишком много они расходуют топлива.

Все управление полетами в зоне аэропорта будет осуществляться электронным «мозгом». Эта вычислительная машина будет иметь внушительные размеры и занимать, по меньшей мере, все подвальное помещение просторного здания аэровокзала. Такие размеры машины не удивительны, ей придется выполнять очень сложную и разнообразную работу. Дежурные операторы службы движения на командном пункте будут лишь наблюдателями, вмешивающимися в деятельность «автоматического диспетчера» только в самых крайних случаях. Перед операторами будет огромная карта. На ней автоматически отражаются все изменения в жизни аэропорта и сведения о находящихся в его зоне летательных аппаратах. При нажатии на кнопку из динамика послышится голос «автоматического диспетчера», сообщающий необходимые данные о любом самолете — курс, высоту, скорость и пр. «Диспетчер» сообщит и принятое им решение. Так операторы смогут следить за деятельностью своего автоматического помощника.

Вся же основная работа выпадет на долю этого помощника. Как только какой-нибудь летательный аппарат появится в зоне, примыкающей к аэропорту, то есть приблизится к нему на несколько десятков километров, «автоматический диспетчер» установит за ним наблюдение с помощью радара и радиосвязи. От зорких радиолучей, а на более близких расстояниях и инфракрасных лучей ничто не скроется: для них и ночь и туман — как ясный день. Сигналы всех этих установок поступают в электронный «мозг», где с молниеносной быстротой производятся необходимые навигационные расчеты.

Ни одному штурману не снилась такая быстрота, и притом здесь не бывает ошибок, какие случаются даже у первоклассных специалистов. Машина принимает во внимание множество всяких сведений — тут и сила и направление ветра, и видимость, и типы самолетов, находящихся в воздухе, направление и скорость их полета, и все самолеты, находящиеся на земле, включая даже то, когда они совершили посадку. Учитываются и такие данные, как наличие больных на самолете или запас топлива, оставшегося в баках. И вот все учтено. Выработано решение, где, когда и как совершить посадку.

Теперь радиоволны несут кодированные команды на самолет. Управление переходит к автоматическим радиопилотажным устройствам, получающим эти команды «автоматического диспетчера». Точно и безукоризненно совершается посадка. Электронный «мозг» не только выполняет заданную программу действий, но и способен мгновенно принимать, в зависимости от сложившейся обстановки, ряд решений логического характера — это замечательное свойство кибернетических устройств. Любое, самое, казалось бы, незначительное происшествие, например внезапная поломка какого-нибудь агрегата на самолете, сейчас же учитывается электронным «мозгом». Он может отменить разрешение на посадку, задержать отправку самолетов, направить ждущие посадки машины на запасные аэродромы и т. д.

Уже не раз проводились опыты, когда с самого момента захода на посадку и до полной остановки самолета летчик не касался рукояток управления. В будущем это станет правилом и сделает посадку абсолютно надежной.

Широкое применение автоматики, кибернетики, радиоэлектроники, радиотехники, телемеханики приведет к появлению множества беспилотных летательных аппаратов различного назначения, позволит сделать совершенно безопасным авиационное сообщение завтрашнего дня.

ОТ АВИАЦИИ К АСТРОНАВТИКЕ

Глава XVIII

МЕЖДУ АВИАЦИЕЙ И АСТРОНАВТИКОЙ

В этой главе читатель ознакомится с не существующими пока летательными аппаратами «космической» авиации будущего — солнцелетами, кислородолетами, атомолетами — и в заключение совершит полет на Терру — Межпланетный научно-исследовательский институт и станцию отправления космических кораблей, — недвижно висящую над земным экватором.

Без плодотворного союза автоматики, кибернетики, радиоэлектроники, радиотехники и телемеханики с авиацией невозможно развитие и такой новой отрасли, какой будет авиация космическая. Между тем ей принадлежит большое будущее.

Мы говорим здесь не об астронавтике, не о межпланетных сообщениях, хотя, судя по тому, как ведется подготовка к осуществлению этой дерзновенной мечты человечества, и астронавтика станет лишь одним из ответвлений авиации. Космическая авиация — это промежуточное звено между обычной авиацией и астронавтикой. Она сохранит и даже упрочит свое положение по мере того, как будет развиваться астронавтика. Ведь межпланетные корабли будут стартовать в свой далекий путь, конечно, не с Земли, а с искусственных межпланетных станций, обращающихся вокруг Земли по разнообразным орбитам. К тем же станциям будут приставать корабли, возвращающиеся из рейсов на Марс или Венеру. Связь же межпланетных «вокзалов» с Землей будет делом космической авиации. Но это лишь один из примеров использования космической авиации в будущем.

Как установить границу между авиацией и астронавтикой? Первой встретилась с этой задачей Международная авиационная федерация,

призванная регистрировать все вновь устанавливаемые рекорды, как авиационные, так и космические. Действительно, какой полет считать авиационным, а какой космическим? С момента первого полета Ю. А. Гагарина ответ на такой вопрос оказался совсем не простым.

Решение Федерации, которое она приняла в 1963 году, было, конечно, по-своему убедительным: условная граница проведена ею на высоте 100 километров, поскольку эту высоту можно считать границей сколько-нибудь плотной атмосферы. Впрочем, вероятно, прельстило и круглое число... Так или иначе, но теперь любой полет на высоте меньше 100 километров считается авиационным, а выше — космическим. Поэтому-то, как уже упоминалось выше, рекордный полет самолета «Х-15» на высоту более 95 километров близок к предельно возможному для авиации, а другой его полет, на высоту более 107 километров, является уже не авиационным, а космическим.

Но нас в этой книге заботят не рекорды и их регистрация. Если говорить о завтрашнем дне авиации и астронавтики, то, пожалуй, правильно было бы считать, что астронавтика начинается там, где корабль окончательно рвет цепи земного тяготения. Если же он продолжает оставаться в пределах сферы земного тяготения, которая простирается примерно на миллион километров от Земли (эта сфера определяется тем, что на ее границе притяжение к Земле становится пренебрежимо малым, примерно в 20 тысяч раз меньшим, чем у земной поверхности), то такой корабль принадлежит еще авиации. Это относится, очевидно, не только к тем кораблям, которые находятся в полете лишь сравнительно короткое время, но и к кораблям, чей полет может длиться дни и месяцы, а то и годы. Значит, авиация будет заниматься также сооружением и эксплуатацией искусственных спутников Земли — автоматических и населенных.

Кстати сказать, семейство спутников будет весьма многочисленным. И не только потому, что появятся новые автоматические спутники, оснащенные различными приборами и установками, играющими большую роль как в астронавтике, так и в жизни на Земле. Наряду с «космическими» спутниками, обращающимися вокруг Земли на расстояниях в сотни километров, появится много спутников, высота полета которых будет значительно меньшей.

Вот, например, спутники «среднего пояса», или, как их называют иногда сейчас, сателлоиды. Последним названием подчеркивается и сходство и различие между этими и «настоящими» спутниками, сателлитами Земли. Сателлоиды будут обращаться на высотах от 100 до 200 километров, где воздушное сопротивление сказывается еще достаточно сильно. Чтобы они могли находиться в полете длительное время, придется устанавливать двигатели. Именно этим и будут отличаться сателлоиды от спутников. Задачи же у них во многом одни и те же. И обращаться вокруг Земли они будут по одним и тем же законам небесной механики: со строго определенной скоростью, по строго определенным орбитам. Только спутники, двигающиеся там,

где сопротивления воздуха практически нет, не будут затрачивать никакой энергии, а сателлоидам придется расходовать топливо на восстановление скорости, уменьшившейся под влиянием воздушного сопротивления. Значение сателлоидов и будет заключаться именно в том, что они находятся ближе к Земле, в более плотной атмосфере.

Но еще ближе к Земле будут совершать свои полеты «спутники нижнего пояса». Эти летательные аппараты будут снабжены крыльями. На высотах, доступных таким спутникам, крыло становится союзником скорости, тогда как у «настоящих» спутников одна только скорость поддерживает постоянную высоту полета. Крылья «спутников нижнего пояса» способны уже создавать некоторую подъемную силу, отчего скорость «спутника нижнего пояса», летящего на постоянной высоте, может быть меньше. Вместо 25—28 тысяч километров в час, характерных для «настоящих» спутников, «спутники нижнего пояса» могут летать со скоростью от 5 до 15 тысяч километров в час.

Кроме того, по сравнению с обычными, «спутники нижнего пояса» будут обладать и еще одним преимуществом. Они совсем не обязательно должны летать в плоскости большого круга, то есть в одной из плоскостей, проходящих через центр земного шара. Это необходимо только для «настоящих» спутников и сателлоидов, так как только при этом центробежная сила равна и противоположно направлена силе земного тяготения. «Спутники нижнего пояса» могут избрать любую траекторию полета, как и обычный самолет. Но для них нужно предусмотреть соответствующие органы управления, которых лишены «настоящие» спутники. В общем «спутники нижнего пояса» правильнее было бы назвать, вероятно, космическими самолетами. Правда, космическими самолетами принято называть самолеты другого типа — способные взлетать с земли, как обычные самолеты, выходить в космос и совершать в нем длительный управляемый полет. Но и таких самолетов, впрочем, тоже мало напоминающих обычные, пока еще нет.

...Выше всех «спутников нижнего пояса» поднимутся, вероятно, аппараты, которые можно было бы назвать солнцелетами. Им понадобится наименее мощный двигатель — сопротивление воздуха на большой высоте незначительное. Вот почему на них удастся установить солнечные двигатели.

Солнце — вечный источник бесплатной энергии, но мощность солнечных двигателей может быть лишь очень небольшой. Кроме того, Солнце светит только днем, и орбиту солнцелета придется выбирать так, чтобы для него Солнце никогда не заходило. Для этого нужно, чтобы солнцелет никогда не оказывался в конусе тени, отбрасываемой Землей. Таких путей-орбит для солнцелета существует множество. Их называют обычно «орбитами Полярного круга». Они очень близки к меридианам, а если и отклоняются от них, то обязательно проходят через точку, лежащую в пределах Полярного круга. Но если на Земле за Полярным кругом день длится полгода, а остальные полгода —



АТОМОЛЕТ

«Спутники нижнего пояса».

ночь, то для солнцелета будет существовать всегда день. Секрет этого — в угле наклона орбиты солнцелета к эклиптике, то есть к плоскости, в которой Земля движется вокруг Солнца. Плоскость орбиты солнцелета будет перпендикулярна к эклиптике или наклонена к ней лишь под небольшим углом. Правда, возможны и солнцелеты, способные забираться на некоторое время в земную тень. В этом случае их выручат электрические аккумуляторы, или же потом, после выхода из тени, солнечному двигателю придется восстанавливать потерянную высоту.

Внешне солнцелет будет представлять собой, вероятно, нечто среднее между самолетом и ракетой. Цилиндрический фюзеляж — большого диаметра, полый внутри и открытый спереди и сзади. Примерно посередине — огромное крестообразное крыло. Внутренность фюзеляжа — воздушно-реактивный электрический двигатель. Через него протекает наружный воздух, который сжимается скоростным напором, затем нагревается и, наконец, вытекает наружу с большой скоростью, создавая тягу. Но только, в отличие от обычных прямоточных двигателей, где происходят те же процессы, воздух здесь подогревается не в результате сгорания топлива (на таких высотах это невозможно). В двигателе неугасимо пылает электрическая ду-

га — она-то и накаляет протекающий воздух. Могут быть использованы и специальные электрические ускорители, тогда из двигателя будет вытекать наружу струя электрически заряженных частиц — ионов. Такие реактивные двигатели называют, как мы уже говорили, ионными.

Но откуда же берется на солнцелете электрический ток?

Вот для этого-то и служит солнечный двигатель. Вся поверхность обшивки самолета, обращенная к Солнцу, покрыта пластинками полупроводниковых фотоэлементов или термоэлементов. Вертикальное крыло солнцелета предназначается для увеличения поверхности этих элементов.

На аппарате средней величины поверхность солнечных элементов достигнет 100—150 квадратных метров. Как известно, один квадратный метр поверхности, на которую вне атмосферы отвесно падают солнечные лучи, получает примерно 1,8 лошадиной силы солнечной энергии. Совершенные термо- и фотоэлементы, которые будут использованы на солнцелетах, могут иметь коэффициент полезного действия 25—30%, почти вдвое превышающий современные значения этого коэффициента. Нетрудно подсчитать, что мощность двигателя солнцелета получается равной примерно 50 лошадиным силам. И такой ничтожной мощности, равной мощности автомобиля «Победа», может оказаться достаточно, чтобы солнцелет развил скорость в 4—5 тысяч километров в час. Вот что значит разреженный воздух!

Конечно, солнцелеты должны иметь очень небольшой вес (их придется строить из самых легких материалов). На заданную высоту солнцелет будет поднят ракетой или космическим самолетом, причем, конечно, в сложенном, «упакованном» виде, — только на большой высоте солнцелет примет свою обычную форму.

Другой тип «спутника нижнего пояса» можно назвать кислородолетом. Впрочем, и этот спутник тоже можно было бы назвать солнцелетом. И вот почему.

Уже давно установлено, что на высотах более 100 километров солнечные лучи расщепляют молекулы атмосферного кислорода на отдельные атомы. Это расщепление, или диссоциация, требует затраты большого количества энергии. Зато потом, когда Солнце заходит, атомы кислорода начинают беспрепятственно соединяться снова в молекулы, и затраченная энергия выделяется. В результате такого воссоединения, или, как говорят ученые, рекомбинации части атомов в молекулы, температура воздуха на этих высотах повышается, и он начинает светиться. Этим объясняется известное явление свечения ночного неба, долгое время представлявшее загадку для ученых.

В течение ночи в молекулы воссоединяется очень небольшая часть всех атомов. Если бы можно было сразу слить все атомы в молекулы, то ночное небо озарилось бы вспышкой ярчайшего огня.

Опыты доказали принципиальную возможность создания реактивных двигателей, которые работали бы на «даровой» энергии, выде-

ляющейся при рекомбинации атомов кислорода. Такие двигатели могут быть использованы для кислородолетов.

В двигателе кислородолета камеру сгорания заменяет большая камера, стенки которой выложены слоем катализатора, например тончайшим слоем золота. (Этот металл, как показали исследования, является лучшим катализатором.) Но катализатор только помогает реакции рекомбинации, так как при огромной скорости кислородолета встречный воздух, заторможенный внутри двигателя, сжимается и нагревается до температуры в несколько тысяч градусов. В таких условиях реакция рекомбинации идет уже самопроизвольно, при этом выделяется большое количество тепла и из двигателя вытекает струя раскаленного кислорода, создающая реактивную тягу.

Запасы атомарного кислорода в верхних слоях атмосферы неисчерпаемы, так как они постоянно возобновляются Солнцем, и продолжительность полета кислородолета будет сколь угодно большой.

К сожалению, концентрация атомов кислорода в верхних слоях атмосферы столь мала, что с помощью кислородного двигателя может быть создана лишь небольшая тяга. Поэтому использование кислородолетов, как и солнцелетов, для пассажирского сообщения и вообще для полета человека кажется сомнительным. Вероятнее всего, кислородолеты и солнцелеты будут применяться лишь для научно-исследовательских целей: только они в состоянии находиться неограниченно долго в полете в верхних слоях атмосферы. А такой полет может оказаться исключительно важным для исследования и наблюдения за процессами в них. Ведь выяснилось, что эти процессы оказывают сильное влияние на многие явления, происходящие в нижних, плотных слоях атмосферы, в частности, метеорологические, то есть определяющие погоду на Земле.

В семью «спутников нижнего пояса» могут входить и такие космические самолеты, которые при неограниченной продолжительности полета имеют двигатели большой тяги и несут большую полезную нагрузку. Если солнечная энергия не позволяет создать подобные двигатели, то это под силу другой практически неисчерпаемой энергии — атомной.

Вот, например, один из таких самолетов, его можно назвать, пожалуй, атомным кислородолетом. Двигатель самолета работает на ядерной энергии, она питает электрическую дугу, которая раскаляет протекающий через двигатель воздух, заставляя его вытекать с большой скоростью наружу для создания реактивной тяги. Но так как этот электродуговой двигатель может быть весьма мощным в отличие от подобного же двигателя солнцелета, то атомный кислородолет может иметь значительно большие размеры и вес. Кислородолетом же мы его назвали потому, что он представляет собой летающий кислородный... завод. Внутри самолета расположена работающая на атомной энергии установка для сжижения воздуха и отделения от него жидкого кислорода. Этот кислород накапливается в огромных баках са-

молета и затем, когда понадобится, будет перелит в полете в баки стартовой с земли космической ракеты. Проекты подобных самолетов разрабатываются за рубежом¹.

Атомолеты другого типа займут, вероятно, «нижний этаж» зоны космической авиации, будут летать на высотах 40—60 километров. Эти самолеты будут, наверное, сравнительно большими беспилотными самолетами с турбореактивными и прямоточными двигателями. А если нет экипажа, значит, атомные реакторы можно снабдить лишь незначительной защитной экранировкой — это сильно уменьшит вес самолета и позволит увеличить полезный груз.

Возможно, что атомолеты будут построены почти исключительно из... бетона. Не потому, конечно, что бетон издавна применяется для защитной оболочки атомных котлов, хотя здесь и это его свойство полезно. Просто бетон, внутри которого проложены предварительно натянутые металлические струны (отчего он называется часто струнобетон), может оказаться в данном случае самым удобным материалом. Это кажется парадоксальным, и, однако, не только атомолеты, но и многие тяжелые самолеты будущего полетят на крыльях из такого бетона. Широко также будут применяться для атомолетов, как и для других «спутников нижнего пояса», специальные пластмассы.

Атомолеты помчатся безостановочно по различным маршрутам, то опоясывающим Землю, то связывающим основные населенные пункты нашей и других стран. Каждый из них будет снабжен автопилотом, которому заранее задан определенный маршрут, записанный на магнитную пленку. Какие бы неожиданности ни случились, атомолет не отклонится ни на йоту от заданной трассы и графика движения. При желании можно с Земли по радио «стереть» записанную на магнитную пленку программу и нанести новую. Тогда самолет станет летать по другому маршруту.

Раз в год атомолет так же автоматически совершит посадку на уединенном, специально оборудованном аэродроме. Этот аэродром будет напоминать «горячие лаборатории» современных атомных центров. Сложные механизмы, управляемые на расстоянии с помощью телевизионных установок, произведут осмотр и ремонт самолета, заменят «выгоревшее» атомное топливо, а потом снова поднимут самолет в воздух.

Атомолеты могут использоваться для грузовых перевозок на большие расстояния. За мчащимся с огромной скоростью атомолетом будет тянуться несколько буксирных тросов длиной в сотни метров. Эти легкие, из пластмассы, более прочной, чем сталь, тросы способны выдерживать колоссальную нагрузку. С их помощью атомолеты будут буксировать беспилотные грузовые самолеты, перебрасывая срочные грузы с высокой скоростью на большие расстояния.

¹ Сообщение журнала «Авиэйшн Уик», 31 октября 1960 г., и др.

Но как будут взлетать грузовые самолеты, как прицепить их к атомолету, а потом посадить у места назначения? Вероятно, после того как будет накоплен значительный опыт эксплуатации атомолетов, эти операции смогут выполняться автоматически, по радиокоманде с Земли. Однако в первое время придется, по-видимому, использовать летчиков — своеобразных «лифтеров», совершающих полеты только вверх и вниз.

Возможно, «лифтеры» будут летать на сравнительно небольшом лифтовом самолете, приспособленном для того, чтобы совершать в воздухе «посадку» на грузовые самолеты. Ведь такая посадка и взлет с летящего более тяжелого самолета уже давно применяются в авиации. Именно так, в частности, поступают иногда с истребителями обороны, сопровождающими тяжелые бомбардировщики в дальнем полете. Без этого истребители не в состоянии, конечно, продержаться долго в воздухе.

На земле лифтовый самолет подвешивается под грузовым и вместе с ним взлетает. Управляет обоими самолетами летчик лифтового. Когда достигнута нужная высота, скорость и направление полета, летчик приближает свой самолет к атомолету. Быстро срабатывает автосцепка буксирного троса с грузовым самолетом, — здесь большую пользу может принести опыт, накопленный при заправке самолетов топливом в полете. Затем лифтовый самолет отделяется от грузового и уходит к Земле. Только так удастся сделать практически безопасным радиоактивное излучение атомолета. Конечно, поможет и то, что лифтер прикрыт всей массой грузового самолета.

Когда нужно совершить посадку грузового самолета в пункте назначения, лифтер встретит «поезд», «сядет» под нужный грузовой самолет и отцепит его от атомного буксира...

Можно думать, что атомолеты найдут широкое применение, и земной шар будет опутан невидимой сетью их трасс. Однако все же основой космической авиации явятся, вероятно, не эти долголетающие самолеты. Большая часть космических самолетов будет совершать такие же кратковременные рейсы, как и ныне существующие.

Уже сейчас строятся самолеты, предназначенные для полетов на высотах более 100 километров и в космосе, например, самолет «Х-20» в США. С помощью этих воздушно-космических самолетов предстоит изучить сверхвысотный полет, исследовать его влияние на человека. Такие самолеты — пионеры космической авиации — помогут человеку проникнуть в космос. Все выше будут забираться космические самолеты в глубь мирового пространства, все дольше находиться там, подготавливая свершение заветной мечты о межпланетном полете.

Следует подчеркнуть, что агрессивные круги США связывают с самолетами типа «Х-20» далеко идущие цели превращения космоса в арену военных действий. Им хотелось бы иметь на вооружении космические штурмовики и истребители, разведчики и бомбардировщики. Однако наше государство последовательно и неумолимо борется за то,

чтобы космос стал не полем боя, а ареной научного сотрудничества, направленного на все более полное исследование и освоение мирового пространства. Мирный космос должен служить людям.

Перед космическими самолетами будущего стоят не только исследовательские цели. Не за горами время, когда начнут сооружаться огромные межпланетные станции, целые города в космосе. Это будут научно-исследовательские институты, топливозаправщики, заводы по строительству и снаряжению в далекий путь межпланетных кораблей.

Строительство этих гигантских сооружений будет вестись по несколько лет и потребует преодоления невиданных трудностей. Все необходимые части отдельных зданий («здания» — без фундамента и крыши, но зато мчащиеся со скоростью в десятки тысяч километров в час!) будут доставляться с Земли и только собираться на месте. Работники этой стройки поселятся в пассажирских кораблях, доставивших их с Большой Земли и тоже превратившихся на время в ее спутников.

Сотни, тысячи кораблей будут совершать рейсы между Землей и строительной площадкой. Они займутся перевозкой грузов и людей, сменяющихся на стройке каждые две недели: условия на стройке будут тяжелыми и главное — непривычными. Все это грузо-пассажирское сообщение станет задачей космической авиации — космических ракет и космических самолетов. Впрочем, разница между ними, и сейчас стирающаяся с каждым годом, станет скорее условной...

...Но, может быть, лучше самим совершить фантастический полет на космическом самолете к той далекой звездочке, которая светится вон там на небе? Эта звездочка — новая межпланетная станция, сооружаемая на суточной орбите, то есть на высоте 35 800 километров, как раз над экватором. Она висит над Индийским океаном, но видна со значительной части земного шара. Сооружение станции быстро продвигается, а основное здание уже закончено. По этому поводу завтра там состоится праздник, прилетит много гостей с Земли.

...Громадный космический самолет подлетает к строительной площадке, где сооружается младшая сестра Земли, ее тезка — Терра. Позади ракетодом, минуты взлета, когда свинцовой тяжестью наливалось все тело, первые мгновения невесомости... Наш самолет почти остановился, он еле-еле передвигается. Главный двигатель умолк, едва рокочит рулевые движки на концах крыльев.

Мы осторожно пробираемся по строительной площадке, на которой бурлит незнакомая нам жизнь. Конечно, в действительности наш самолет вместе со всей стройкой мчится вокруг Земли со скоростью примерно 11 тысяч километров в час, но с такой же скоростью поверхность Земли уходит из-под наших ног, так что мы теперь висим почти над одной и той же точкой земной поверхности — городом Понтианак, на острове Калимантан, более известном под названием Борнео. Негасимая и незаходящая искусственная звезда была видна здесь



«Строительная площадка» в космосе.

в самом зените всю ночь, с вечера до утра, и медленно проплывала среди других звезд с востока на запад. В действительности, конечно, это было обычное вращение звездного неба, а Терра почти неподвижно висела над Землей.

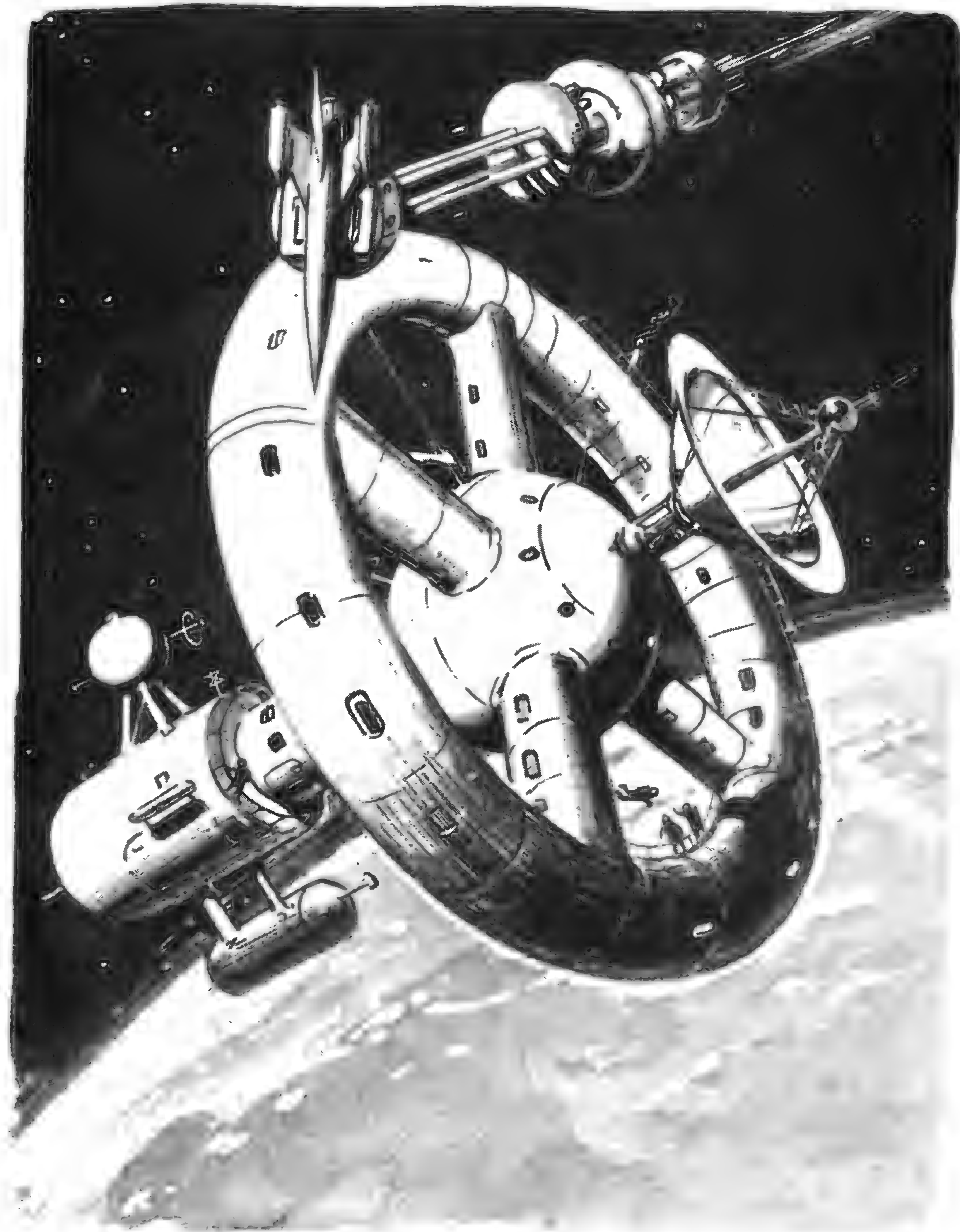
Со всех сторон нас окружают фермы и другие части строящихся сооружений. Всюду снуют фигурки в скафандрах, занимающие самые неожиданные положения в пространстве. Стремительно носятся во всех направлениях «ракетокары», вроде наших заводских электрокаров, юркие межпланетные «грузовички» и другие машины. А внизу — огромный диск Земли, на фоне которого развернулась эта картина строительства. Ослепительное Солнце заливают своими лучами стройку. То тут, то там вспыхивают молнии электросварки, особенно яркие в теневых местах. Во все стороны простирается черное небо, на котором, если подольше на него глядеть, отвернувшись от Солнца и светящихся предметов, можно увидеть немигающие звезды.

В самом центре гигантской стройки видно главное здание института — огромное, метров 150 в поперечнике, колесо, «бублик», с шаром большого диаметра в центре. Это колесо вращается вокруг своей оси, делая один оборот ровно за одну минуту, то есть со скоростью секундной стрелки часов. В результате такого вращения в жилых и рабочих помещениях Терры, расположенных внутри обода колеса, создается искусственная тяжесть, без которой жизнь на Терре была бы затруднена. Правда, эта тяжесть раз в 10 меньше земной, так что человек на Терре весит всего 6—7 килограммов. Опыт показал, что такая тяжесть является самой благоприятной для здоровья человека, и в то же время не испытываешь неудобств, связанных с невесомостью, ощущаешь необычную для Земли легкость движений и какую-то «воздушность» тела, если можно так выразиться.

Несколько часов заняли беглый осмотр главного здания Терры и официальная часть праздника. Затем все перешли в спортивный зал — это и был шар, расположенный в центре «бублика», увиденный нами сразу по прибытии сюда. Этот шар диаметром 30 метров был связан с колесом Терры четырьмя спицами, поперечник которых достигал трех метров. Внутри «спиц» ходили лифты, доставившие нас в спортивный зал.

Из-за близости зала к центру вращающегося «бублика» сила тяжести в нем была совсем ничтожной. Средний человек весил там чуть больше килограмма. А в центре шаровидного зала царила полная невесомость. Вот это свойство космического стадиона и позволяло устраивать увлекательные спортивные соревнования, участники которых «плавали» в воздухе.

Такое соревнование — игра в космический мяч, отдаленно напоминающая обычный земной футбол, — и было устроено в честь гостей с Земли. Мы расположились не в самом зале, а в специальной галерее для зрителей, кольцом охватывавшей зал по его вертикальному меридиану, то есть в плоскости, перпендикулярной экватору. Перед нами



Межпланетный корабль отправляется с Терры в полет на Марс.

была высокая, снизу доверху стеклянная стена, через которую отлично было видно все спортивное сооружение.

Мы стали свидетелями необычайно интересного, невиданного на Земле зрелища, о котором долго потом вспоминали. Но еще больше запомнились нам замечательные советские люди, построившие эту удивительную межпланетную станцию...

...И вот мы снова подлетаем к знакомым местам. Прошло еще несколько лет с тех пор, как мы были здесь на официальном празднике открытия Терры. Теперь нас ждет неизмеримо более увлекательное и необычное зрелище: завтра с Терры в первый полет на Марс отправляется межпланетный корабль.

Весь мир ждет этого старта. С Земли уже прилетели на Терру кинооператоры, фотокорреспонденты, работники телевидения, — все человечество сможет увидеть картину отлета корабля.

Полгода шло строительство астроплана в доке Терры. Теперь уже все готово к путешествию — и корабль и люди. Но разве можно все учесть в таком полете? Правда, автоматические разведчики уже дважды облетали Марс и даже совершали посадку на него. Дорога облетана. Но ведь то — машины, а не люди! Полеты на Луну, уже переставшие волновать своей необычностью, кажутся теперь простой забавой по сравнению с этой экспедицией.

Марс! Наконец-то будут раскрыты его тайны, столетиями будоражившие воображение.

Красавец корабль недвижно застыл у стартовой площадки в двух километрах от Терры. Но, может быть, только нам он кажется красавцем? Во всяком случае, он не имеет стройных изящных очертаний самолетов и космических ракет. Все в нем не похоже на привычные формы кораблей, предназначенных для скоростного полета, а между тем его скорость больше, чем когда-либо достигнутая до сих пор.

На первый взгляд корабль представляет собой необъяснимое сочетание геометрических фигур.

Вот, например, фигура, похожая на шар, диаметром метров семь или восемь. Из нее выступают в различных направлениях сдвоенные цилиндрические трубы с решетчатыми торцами. К шару приставлен огромный «бублик» — тор. От этого шара параллельно друг другу тянутся четыре тонкие металлические трубы длиной метров двадцать — двадцать пять. На другом конце этих труб снова нагромождение геометрических фигур — большое тело, похожее на усеченную четырехгранную пирамиду с прозрачными боковыми стенками — торцами; вплотную к нему примыкает какой-то снаряд, очень напоминающий крылатую ракету с почти сложенными крыльями. Примерно посередине между шаром и цилиндром — чечевицеобразный диск, пронизанный трубами.

Но формы корабля кажутся странными только непосвященному. На самом деле, все в нем целесообразно, взвешено и обдумано. Конечно, корабль «неудобообтекаем», но зачем обтекаемость, если летать

ему суждено только в «пустоте» мирового пространства? Ведь корабль станет на время спутником Марса, а посадка на планету будет совершена на специальном посадочном корабле — он-то и имеет форму крылатой ракеты.

Где же передняя и задняя части корабля? Сразу и не скажешь. Да и незачем это — в пути ему придется лететь то одним своим «концом» вперед, то другим. Экипаж будет располагаться в пассажирской кабине — пирамиде с прозрачными торцами. Из этой кабины можно попасть в кабину подвешенного к ней посадочного корабля. Шар на другом конце труб — силовая установка корабля, его замечательный атомно-электрический двигатель. Чечевица между двигателем и экипажем — биологическая защита от излучения двигателя и некоторые вспомогательные устройства, в частности и механизм для управления кораблем в полете.

Наиболее интересная часть корабля — его двигатель. Это — не обычный жидкостный двигатель, как на других космических ракетах, а электрический, ионный. Для создания реактивной тяги из него вытекают наружу ионы — электрически заряженные частицы. В «бублике», приставленном к шару сзади, находится запас «топлива» для двигателя — металла цезия, ионы которого будут вытекать со скоростью около 100 километров в секунду. Для этого атомы цезия сначала превратятся в ионы, а потом образовавшиеся ионы будут разгоняться специальными ускорителями.

Питание электроэнергией ускорителей и всех других электрических устройств корабля — «печек», холодильников, кондиционеров, радио- и телевизионных установок, электронных вычислительных устройств и других — осуществляется атомно-электрическим двигателем, расположенным в шаре. Торчащие из него в разных направлениях трубы — выводные каналы ускорителей, заменяющие сопла обычных ракетных двигателей. Атомный двигатель корабля — замечательное устройство, в нем нет никаких движущихся частей, атомная энергия непосредственно преобразуется в электрический ток.

Необычность двигателя корабля объясняет и необычность его маршрута. Вместо эллиптического пути, по которому летят обычные ракеты (так летели и автоматические разведчики Марса), корабль полетит по сложной кривой, близкой к спирали. И в течение всего времени полета двигатель будет работать, развивая тягу. Только первую половину пути он будет постепенно разгонять корабль, а вторую — так же постепенно его тормозить. (Это совсем не похоже на полет ракеты, двигатель которой работает лишь считанные минуты в начале и в конце полета.)

Тяга двигателя очень мала, всего несколько десятков килограммов. И так как общий вес корабля составляет примерно 800 тонн (столько бы весил корабль на Земле), то ускорение корабля при работе двигателя будет очень небольшим, примерно в 10 000 раз меньше обычного ускорения земного тяготения. Но, значит, во столько же раз и вес

космонавтов будет меньше обычного — они будут весить в полете всего несколько граммов! И все же, как показали специальные исследования, даже такой ничтожный вес избавит их от некоторых неприятностей невесомости, сделает предстоящий полет более приятным, чем путешествия космонавтов до сих пор, правда, полностью проблем невесомости он все же не решит.

Вот как примерно будет проходить полет. Более полумесяца после старта с Терры корабль будет кружиться вокруг Земли, нанизывая один виток раскручивающейся спирали на другой. После примерно двух десятков витков, в течение которых он будет постепенно удаляться от Терры, скорость корабля превысит скорость отрыва, и он перейдет на пологую спираль вокруг Солнца. Со все увеличивающейся скоростью будет он мчаться вокруг дневного светила, пока, еще примерно через четыре месяца, не наступит время тормозить корабль. И снова несколько месяцев после этого будет длиться полет к Марсу со все уменьшающейся скоростью; в конце концов корабль превратится в его спутника на высоте около 1000 километров. Оттуда четверо из астронавтов (трое других останутся на корабле) высадутся на Марс. Посадочный корабль снабжен мощным и совершенным ракетным двигателем, работающим на сверхкалорийном топливе. Только оно и позволит сесть на Марс, а потом опять взлететь с него; правда, при взлете корабль основательно уменьшится в размерах — ненужные части будут оставлены на Марсе.

Более 450 дней — почти 16 месяцев! — придется путешественникам пробыть на Марсе, пока он не займет того положения на своей орбите, которое необходимо для встречи корабля с Террой во время обратного полета. Этого времени вполне хватит для детального изучения таинственной планеты.

Потом — обратный путь. Он продлится чуть меньше, около 10 месяцев. И только примерно через 38 месяцев, то есть больше чем через три года после старта, корабль снова пристанет к Терре...

...Итак, наступил заветный день. Экипаж в корабле. Чуть в стороне виднеется Терра, откуда за стартом следят сейчас столько глаз. А там дальше — Земля, окутанная туманной дымкой облаков.

Включен двигатель. Из сопел ускорителя вырывается невидимая, чуть светящаяся тонкая струя. Медленно-медленно отделяется корабль от стартовой площадки. Первый полет людей к Марсу начался...

На следующий день мы возвращались на Землю. Было уже довольно поздно, когда наш космический самолет совершил посадку на аэродроме. В вечернем небе зажигались первые звезды. Одна из них горела немигающим, необычно ярким светом. Оттуда мы только что возвратились, проводив в далекий путь первых «марсиан». Над нами простиралось небо завтрашнего дня...

...Но кто может предугадать, когда это «завтра» станет действительностью? Ведь так стремительно развивается теперь авиационная

и реактивная техника, что зачастую оставляет позади самые смелые фантазии.

Разве не лучший пример этому — героические полеты советских космонавтов, все другие космические старты советской науки? Наша Родина, строящая светлое будущее всех людей — коммунизм, стала стартовой площадкой человечества в космические дали...

Глава XIX

ПАРУСНЫЙ ФЛОТ ОКЕАНА МИРОВОГО ПРОСТРАНСТВА

В этой главе рассказывается о космических «парусниках» будущего, об этом единственно возможном способе межпланетных сообщений, не связанном с реактивным движением.

Если вы плавали когда-либо по каналу имени Москвы, то, наверное, помните третий, Яхромский шлюз на этом канале. Подходишь к нему с нижнего, волжского, бьефа, и еще издали бросаются в глаза два замечательных скульптурных изображения каравелл из бронзы и дерева, установленных на высоких башнях по обе стороны от входа в шлюзовую камеру.

Смотришь на эти каравеллы снизу, с палубы теплохода, и кажутся они гордо парящими в синем небе. Надуты паруса, зачарованно всматриваются в глубь небес бронзовые изваяния мифических чудовищ на носу каравелл, точно выглядывая там далекую цель. Так и кажется, что вот-вот сорвутся эти небесные каравеллы со своих постаментов и умчатся далеко-далеко, в самые глубины космоса.

Но разве можно представить себе каравеллу Колумба, плывущую в глубинах космоса? Каким бы странным ни казался этот вопрос, он далеко не лишен смысла. Вовсе не исключено, что космическим «каравеллам» суждено большое будущее в астронавтике.

Но о каких «каравеллах» или вообще парусных космических судах может идти речь, если ныне всякий школьник знает, что в основе космического полета лежит принцип реактивного движения. Ведь еще Циолковский доказал, что только ракета в состоянии разорвать цепи земного тяготения и вывести человека в космос. Только ракета, потому что в космическом пространстве нет среды, от которой можно было бы оттолкнуться подобно тому, как это делает воздушный винт самолета или гребной винт океанского лайнера. Ракета же отталкивается от газов, вытекающих из нее же самой, она как бы несет с собой ту среду, от которой должна затем отталкиваться.

Какой же ветер может надувать паруса космических «каравелл»?

На память приходит термин «солнечный ветер», в последнее время довольно часто встречающийся на страницах книг, журналов и даже



Каравелла в космосе.

газет. Открытие «солнечного ветра» является одним из замечательных достижений астронавтики. Может быть, этот «солнечный ветер» и есть та сила, которая должна заставить космические «каравеллы» мчаться по невидимым волнам океана мирового пространства?

Увы, появившаяся было надежда сразу же исчезает, как только мы вспоминаем, что представляет собой «солнечный ветер». Ученые присвоили это название потокам мельчайших частиц, извергаемых во все стороны нашим дневным светилом. Эти потоки играют большую роль во многих явлениях на Земле. Из-за них вспыхивают красочные всполохи полярных сияний, они же часто являются виновниками нарушений радиосвязи, вызывают магнитные бури. Но «солнечный ветер» обычно настолько слаб, число извергаемых Солнцем частиц, которые могут быть уловлены парусом космической «каравеллы», так мало, что этот нежнейший космический зефир не в состоянии сослужить службу астронавтике. Выходит, в космосе все же царит мертвый штиль...

И тем не менее именно Солнце рождает ветер, способный надуть космические паруса. Если «солнечный ветер», о котором шла речь выше, стал известен науке совсем недавно, то «ветер», о котором мы говорим сейчас, хорошо знаком каждому человеку с первых дней его жизни. Ибо этим «ветром» является солнечный свет. Ничтожная доля всего потока света, излучаемого Солнцем, служит первопричиной и источником жизни на Земле.

Но какой же это ветер — солнечный свет?!

Конечно, лучи Солнца не поднимают волн на море, не срывают крыш с домов и не способны вызвать даже легчайшего шелеста листьев на деревьях. И все же в тончайшем опыте можно заставить повернуться под действием солнечного света крылышки измерительного прибора точно так же, как вертится крыльчатка анемометра — ветромера на любой метеорологической станции. Этот исторический опыт был поставлен на заре нынешнего века одним из искуснейших экспериментаторов всех времен, московским физиком П. Н. Лебедевым.

Так на опыте было подтверждено теоретическое предсказание Максвелла о том, что лучи света давят на ту поверхность, на которую падают, точно так же, как давит на преграду обычный ветер. Мы теперь понимаем, что, собственно говоря, иначе и быть не могло, ибо свет — это поток мчащихся с умопомрачительной скоростью (300 000 километров в секунду) частиц материи — квантов, или фотонов. Естественно, что остановленные в своем беге фотоны дают на препятствие, причем если они им не поглощаются, а отражаются, то, как легко видеть, сила давления удваивается по величине.

Конечно, эта сила светового давления ничтожна, не зря таким тонким и остроумным был опыт, установивший ее существование. В случае полного поглощения поверхностью тела падающего на нее света (такую поверхность физики называют абсолютно черной) сила светового давления равна примерно полмиллиграмма на квадратный метр. Если же свет полностью отражается идеально зеркальной поверхностью абсолютно белого тела, то сила удваивается и становится немного меньше 1 миллиграмма на квадратный метр.

Однако столь незначительная сила не в состоянии сдвинуть с места даже пушинку. Как же можно рассчитывать, что она заставит мчаться с огромной космической скоростью «каравеллы» межпланетных колумбов?

И все же эта надежда вполне оправдана, ее подтверждает точнейший расчет, учитывающий замечательные, уникальные особенности космического полета, не встречающиеся на Земле. Об этих особенностях, не раз упоминавшихся выше, мы подробнее расскажем в следующей, заключительной главе книги, здесь же напомним лишь, что в космосе часто ничтожная по величине сила способна вызвать ускорение даже очень большой массы. Правда, ускорение будет небольшим, но если время действия его велико, то конечный результат окажется значительным.

Само собой разумеется, что для увеличения ускорения нужно стремиться сделать возможно большей действующую силу. Конечно, давление солнечных лучей увеличить нельзя, но зато можно увеличить «парусность», то есть площадь поверхности, на которую действует это давление. Космические «каравеллы» должны обладать, очевидно, гораздо большей площадью парусов, чем их земные предки. Тут не

исключено использование парусов общей площадью в десятки и сотни тысяч квадратных метров.

Но это не единственное отличие. Вряд ли для космических парусников будут годны паруса из обычной ткани, как для какой-нибудь бригантины или шлюпа. Точно так же не удастся использовать и весь обычный такелаж — троссы, тали и прочее. Все это слишком много весит, а секрет успеха космических парусов, как легко видеть, прямо зависит от их веса: при больших размерах они должны быть рекордно легкими.

Мало того, паруса должны идеально отражать солнечный свет, не выходить из строя под действием вакуума, радиоактивного излучения и других необычно тяжелых условий эксплуатации в космосе в течение длительного времени, отвечать многим другим условиям. В общем, создать такие паруса не просто.

Не просто, но можно. Особые перспективы в этом отношении открывают успехи химической промышленности, создающей все новые замечательные синтетические пленки. Эти пленки, например полиэтиленовые и другие, могут быть чрезвычайно тонкими, легкими и в то же время достаточно прочными. Они могли бы служить отличным материалом для космического паруса, если бы не их прозрачность. Кому нужны действительно прозрачные «световые» паруса, разве только космическому варианту «Летучего голландца»...

И все же паруса космических «каравелл» будут изготовлены, вероятно, именно из пленок с нанесенным на них тончайшим слоем легкого металла, например алюминия. Такой сверхтонкий, субмикронный металлический слой на тонкой пленке не сделает ее слишком тяжелой и в то же время лишит ее прозрачности и обеспечит отличное отражение света.

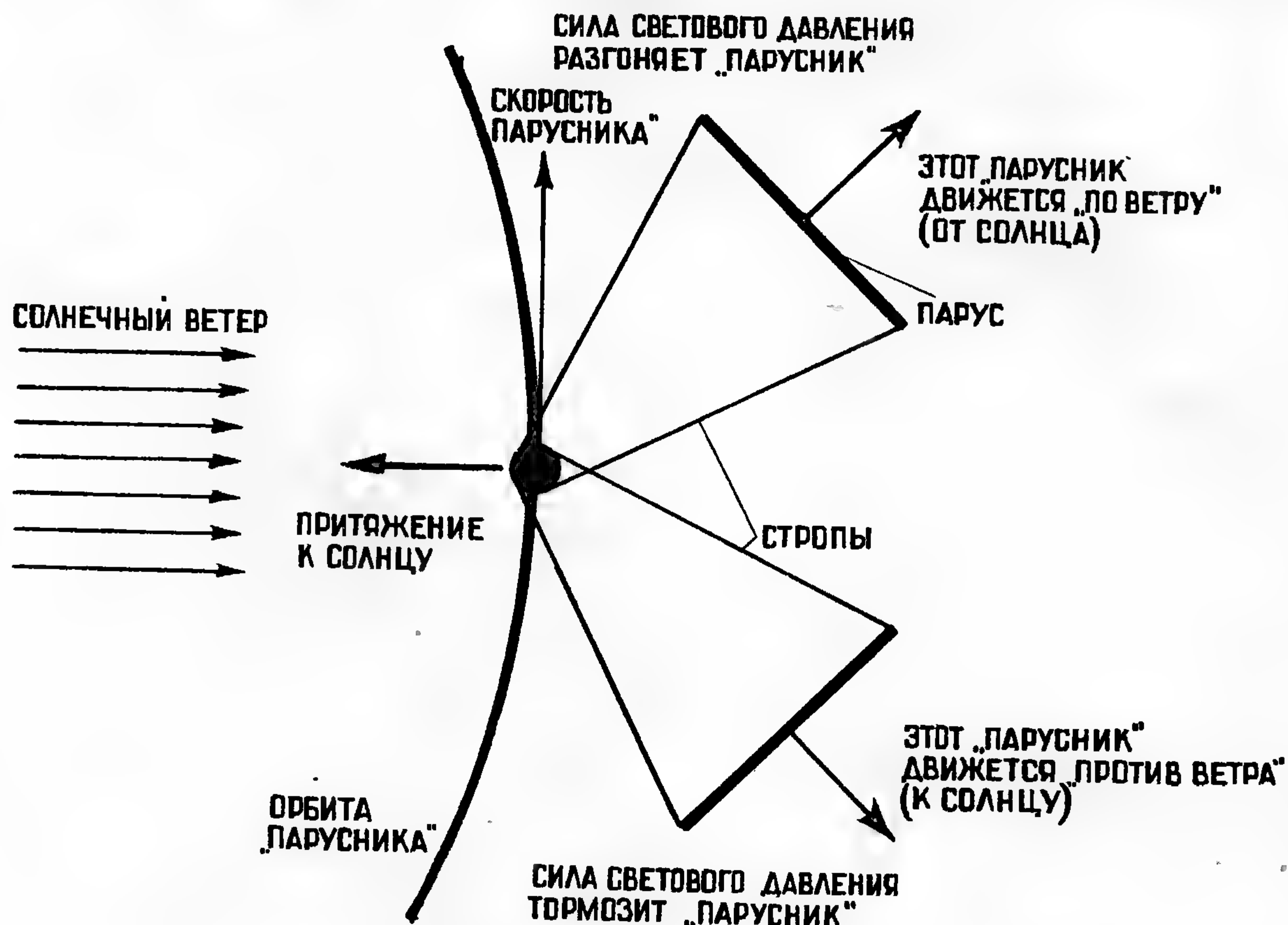
По одному из проектов космических парусников, разработанному в США¹, парус должен быть изготовлен из выпускаемой промышленностью пленки толщиной 0,1 миллиметра, так что вес одного квадратного метра паруса составит 2,5 грамма². Как полагают, в будущем толщина паруса может быть доведена до 0,2 микрона. Это будет рекордно легкий парус!

Такелаж, очевидно, будет изготовлен из тончайших и очень прочных синтетических пластмассовых волокон-нитей. Химия пластмасс — это фундамент, на котором зиждется идея создания космических парусников.

Представить себе космический парусник, в общем, нетрудно. Само собой разумеется, что взлететь с Земли он не сможет — эта задача под

¹ По журналу «Джет пропагандист», март 1958 г.

² Искусственный спутник «Эхо-2», запущенный в США 25 января 1964 г., представляет собой шар диаметром 41 метр, изготовленный из синтетической пленки (майлара) с алюминиевым покрытием общей толщиной менее 18 микронов. Чем не космический парус! (По журналам «Продакт инжиниринг», 6 августа 1962 г.; «Интеравиа», 3 февраля 1964 г.).



Космические парусники смогут лавировать «против ветра».

силу только мощному ракетному двигателю. После того как ракета-носитель выведет парусник в космос (естественно, в свернутом виде), он будет освобожден от своей оболочки, и парус постепенно наполнится солнечным ветром. Конечно, обычных для парусного флота хлопков паруса в космосе не услышишь, наполнение паруса может растянуться на многие минуты. Парус будет связан такелажем с самим парусником так, что, подтягивая или отпуская различные стропы, можно управлять положением паруса относительно корабля. И в космосе будут неслышно раздаваться столь дорогие сердцу всякого настоящего моряка команды: «Паруса убрать!»

Нужда в таких командах будет связана, конечно, не с внезапно усилившимся космическим ветром, каким-нибудь налетевшим тайфуном — это не грозит, а с необходимостью в выполнении маневра корабля в полете. Ведь парусное судно космоса будет обладать возможностью маневрирования, как хороший бриг на море. В частности, космические «каравеллы» смогут совершать полет не только по направлению от Солнца, куда дует ветер, но и к нему. Лавирование «против ветра» в космосе будет даже более простым, чем на море, поскольку Солнце всегда притягивает к себе корабль. Поэтому, для того чтобы корабль удалялся от Солнца, его парус должен быть уста-

новлен под таким углом к солнечным лучам, при котором сила их давления увеличивает скорость корабля. Если же повернуть парус так, чтобы световые лучи не давили на него или даже тормозили, уменьшали скорость, то корабль станет медленно приближаться к Солнцу.

Преимущества космического парусного флота перед обычным ракетным очевидны: космические парусники так же используют «даровую» энергию природы, как и морские парусные суда. Само собой разумеется, что в космосе это преимущество во сто крат более ценно, чем на море: каждый грамм топлива в космосе достается слишком уж дорого. Поэтому космические парусные суда смогут при одном и том же начальном собственном весе доставлять к планете — цели назначения — гораздо больший полезный груз, чем обычные космические ракеты. Ясно, насколько это важно.

Однако в общем случае выгодность космических парусников достанется ценой их медлительности. В этом отношении, видно, парусный флот всюду одинаков — и на море, и в космосе. Правда, в космосе парусникам не грозит неожиданный шторм или такой же неожиданный штиль — там всегда «дует» один и тот же «ветерок», хоть и слабый, но зато постоянный.

Особенности космических парусников определяют и области их возможного применения. Вероятно, это будут автоматические, беспилотные межпланетные «зонды» — разведчики космоса, грузовые межпланетные корабли, а затем, возможно, и корабли с экипажем. Во всяком случае, применение таких парусников кажется вполне возможным, об этом свидетельствуют теоретические и проектные работы, ведущиеся в ряде стран. В океане мирового пространства наряду с многочисленными и разнообразными ракетными кораблями найдут свое место и космические «каравеллы».

Мы могли бы закончить на этом повествование о парусном флоте космоса, если бы не литературный образ, несколько неожиданно пришедший на память. Помните одного из необыкновенных слуг знаменитого Мюнхаузена, того, которого барон называл «делателем ветра»? Этот слуга завоевал право поступить к нему на службу, продемонстрировав в работе свои замечательные... ноздри. Зажав одну из них, он лениво дул через другую, но этого было достаточно, чтобы крылья ветряной мельницы вертелись, как на самом сильном ветру. «Делатель ветра» пришелся по нраву барону и действительно позднее сослужил ему хорошую службу. Когда разгневанный турецкий султан послал вдогонку за кораблем, на котором плыл барон, весь свой парусный флот, то несдобровать бы барону, если бы не его слуга. Он стал на корме корабля и пустил в ход свои ноздри, на этот раз уже обе. Одну ноздрю «делатель ветра» направил на приближавшийся флот, вследствие чего неприятельские корабли стремглав возвратились к родному берегу. А с помощью другой ноздри он наполнил паруса своего собственного корабля таким ветром, что уже на следующий день корабль достиг Италии.

А ведь живи Мюнхаузен в наш космический век, он бы мог, чего доброго, заставить своего «делателя ветров» надувать паруса и межпланетных «каравелл»... Расположился бы такой мастер где-нибудь в Галактике и, хохоча во все горло, гнал космические парусники в любых направлениях.

Как не позавидовать Мюнхаузену, неистощимаая фантазия которого запросто «разрешала» даже «невозможные» научно-технические проблемы...

И все же современная наука и техника, смело вступая в единоборство с самой изощренной фантазией, часто заставляет ее отступить. Новые научные достижения иной раз оказываются фантастичными в самом безупречном смысле этого слова.

Это относится и к космическому «делателю ветра», так и не придуманному Мюнхаузену. Современная наука не только легко представляет себе создание подобных «источников космического ветра», но и всерьез рассматривает раскрывающиеся при этом необыкновенные возможности.

Действительно, если обычные космические парусники могут крейсировать лишь в окрестностях Солнца, где много испускаемых им лучей, то создание искусственных источников светового «ветра» безгранично расширило бы возможности парусного флота космоса. Легко представить себе цепочку подобных источников «ветра», двигаясь вдоль которой космический парусник мог бы забираться в самые глубины мирового пространства.

Но о каких искусственных источниках «светового ветра» идет речь? Ведь, для того чтобы давление света было достаточно большим и могло надуть космические паруса, он должен излучаться Солнцем или другой звездой — небесным телом, раскаленным до температуры в миллионы градусов. Разве наука в состоянии создать такие искусственные звезды?

Нет, конечно, источники космического «ветра», о которых здесь говорится, не представляют собой искусственные солнца, их создание пока не под силу науке.

Речь идет о так называемых лазерах, или квантово-механических генераторах света. Теория этих необыкновенных «светильников» разработана московским физиком профессором В. Фабрикантом и его сотрудниками. За разработку первых квантово-механических систем московские физики Н. Басов и А. Прохоров получили Ленинскую премию, а в 1964 году московские же физики Б. Вул, О. Крохин и др. получили Ленинскую премию за создание особенно перспективных полупроводниковых квантовых генераторов. Лазеры привлекли к себе огромное внимание науки и техники, столь необычны их свойства и разносторонни перспективы использования.

Конечно, служба лазеров в качестве источников «космического ветра» далеко не самое главное и актуальное их применение. Однако в этой книге нас интересует именно оно.

Уже созданные лазеры чаще всего представляют собой небольшое по размерам устройство, главным элементом которого является кристалл искусственного рубина. Именно здесь, в недрах этого магического кристалла, рождается световой «ветер». Он-то и сможет, как полагают ученые, надуть паруса космических кораблей будущего.

Мы не станем здесь описывать в деталях принцип устройства и работы лазеров, рекомендуя ознакомиться с какой-либо из посвященных им научно-популярных книг¹. Как известно, свет излучают атомы, когда электроны на их электронной оболочке совершают переход на орбиту, расположенную ближе к ядру. В лазерах такой переход происходит одновременно и согласованно в бесчисленном множестве атомов. Поэтому все они испускают световые волны «в унисон», или, как говорят ученые, когерентно. Результатом действия такого мощного «хора» является луч света необычайных качеств. Ярко-красный, тонкий, как иголка, ослепительно светящийся и несущий в себе жар миллионов градусов, этот луч уже совершил немало чудес, а способен еще на большее.

За ничтожные доли секунды луч лазера прожигает тончайшее сквозное отверстие в алмазе или броневой плите, сваривает детали, не поддающиеся сварке никаким другим способом, служит отличным хирургическим скальпелем. Посланный с Земли, он достиг поверхности Луны и, отраженный от нее, возвратился на Землю и был принят, многократно ослабленный, телескопом.

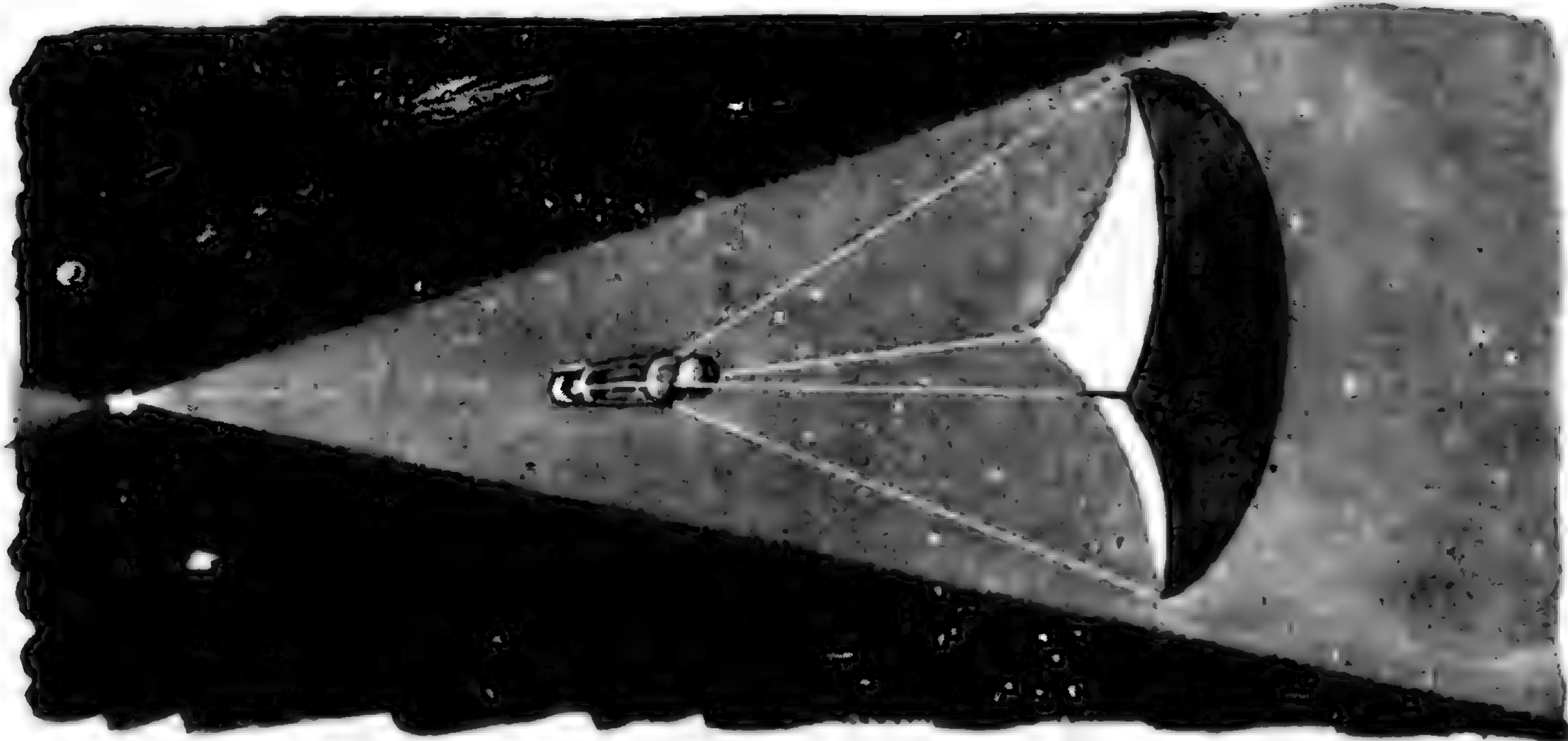
Ученые рассчитывают с помощью лазеров осуществить сверхдальнюю космическую радиосвязь, может быть, даже межзвездную связь, предполагают получить точнейшие карты лунной поверхности, ощупывая ее лучом лазера, посланным с Земли, и определяя таким образом высоту горных вершин и глубину впадин и расщелин с точностью до долей метра.

Много других поистине фантастических задач сможет разрешить лазер, и, в частности, он оставит далеко позади мюнхаузеновского «делателя ветров». Создаваемый лазером световой «ветер» может пронизывать космос на расстояния в миллионы километров с силой, все еще достаточной, чтобы заставить двигаться космический парусник.

Правда, пока еще мощность светового луча существующих лазеров недостаточна, она должна быть и может быть многократно увеличена. И тогда этот луч превратится в «ветер» неизмеримо большей силы, чем создаваемый Солнцем.

Уже сейчас имеются проекты использования лазерного «светового ветра», например, для корректировки орбиты искусственных спутников Земли. Известно, что под действием сопротивления атмосферы, хотя и крайне разреженной на огромных высотах, траектория движения спутника отклоняется от эллипса — он постепенно тормозится и

¹ См., например, книгу В. А. Фабриканта «Луч идет в космос», 1961 г., изд. «Знание».



Межзвездный космический парусник на «лазерном ветре».

снижается. В особенности сильно это проявляется в случае спутников с малой высотой перигея; их срок жизни из-за этого оказывается небольшим. Чтобы его увеличить, достаточно какой-нибудь, даже ничтожной по величине силы, действующей на спутник против силы земного тяготения, то есть вверх, от Земли.

Конечно, для этого можно установить на спутнике специальные миниатюрные ракетные двигатели, но тогда потребуется и топливо для них. Лучше всего для такой цели подходят электрические ракетные двигатели — они расходуют гораздо меньше топлива, но все же расходуют. Зато луч лазера, направленный с Земли и нашедший в бездонном небе летящий там спутник, будет толкать его вверх, и спутник не истратит при этом ни капли топлива.

Но это будет только началом службы лазерного «ветра» в астронавтике. Одно из чудесных свойств луча света, испускаемого лазером, заключается в том, что он строго параллелен и почти не расходится, как, например, луч света обычного прожектора. Многие из вас, вероятно, обращали внимание на то, как узкий луч света, отбрасываемого прожектором, превращается в расплывшееся туманное пятно, когда он упирается в облако. А ведь облако так близко к Земле. Будь оно на расстоянии Луны, диаметр светового пятна от прожекторного луча равнялся бы десяткам тысяч километров. Луч же лазера, посланный с Земли, осветил на Луне участок поверхности всего в несколько километров.

Это его свойство и позволяет рассчитывать на то, что в будущем излучаемые лазерами «реки» света, своеобразные световые «аэродинамические трубы», протянутся в космосе на огромные расстояния. Они-

то и окажутся в состоянии направлять космические парусники «от звезды до звезды». Чего доброго, этим парусникам будут завидовать и их скоростные ракетные собратья по космическому флоту будущего...

Глава XX

МЕЖПЛАНЕТНАЯ «ЭЛЕКТРИЧКА» — КОСМИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО

В этой главе, последней в книге, речь идет о «космических тихоходах» — электрических межпланетных кораблях будущего, которым суждено стать основным средством дальних космических сообщений.

Представьте себе на московских улицах странный экипаж. Он может внешне ничем не отличаться от снующих мимо автомобилей, но все же несомненно вызовет всеобщий оживленный интерес.

Давайте понаблюдаем за нашим гипотетическим экипажем. Вот он замер перед красным огоньком светофора в ряду других машин. Внимание, красный цвет сменился желтым, потом зеленым — путь открыт. Стоящие рядом автомашины словно срываются с места и уносятся вдаль, но наш «подопечный» недвижим. Пешеходы оглядываются, водители стоящих сзади машин, чертыхаясь, объезжают злополучный экипаж, вот уже и страж порядка — орудовец не спеша направляется к нарушителю движения. Дело, кажется, пахнет штрафом, а то и проколом талона!

Но мы замечаем, что экипаж не стоит более на месте, он двинулся и постепенно выбирается в самый центр перекрестка. Видимо, водителю удалось все-таки запустить двигатель и устранить неполадки. Но почему его машина движется так удивительно медленно?

Снова мигнул глазок светофора, движение опять остановлено, а странный автомобиль все еще на перекрестке и движется прямо на красный свет. Кажется, уличного скандала все же не избежать. Остановившийся было милиционер решительно двинулся снова вперед, его лицо побагровело от гнева — что за безобразие на подведомственном ему перекрестке!

А экипаж тем временем неспешно, едва заметно продвигается вперед. За первую секунду движения он переместился, оказывается, всего на полмиллиметра, понятно, что он казался неподвижным, хотя тронулся с места одновременно с соседними автомобилями. За вторую секунду экипаж прошел полтора миллиметра, за третью еще на миллиметр больше, то есть два с половиной миллиметра, за четвертую — опять на миллиметр больше и т. д.

Судя по этому, экипаж движется равноускоренно, с постоянным ускорением, равным 1 мм/сек^2 , то есть в 10 000 раз меньшим, чем

ускорение свободно падающего тела. Неудивительно, что при столь малой скорости движения экипаж надолго застрял на перекрестке, вызвав справедливый гнев регулировщика.

Чтобы объехать на подобной машине вокруг Москвы даже по новой кольцевой автомобильной дороге, где совсем нет светофоров, понадобилось бы, чего доброго, несколько месяцев. Кому нужен такой, по меньшей мере, странный автомобиль, уличный «тихоход»?

Не диким ли покажется после этого утверждение, что экипажи такого рода станут в будущем основным видом сообщения по дорогам... космоса? Что именно им суждено решить проблему межпланетных сообщений и превратиться в рейсовые линейные машины космических трасс?

Это в космосе-то, где проходимые пути в тысячи и миллионы раз больше, чем протяженность московской кольцевой дороги?! Какой абсурд!

И все же это так. Чтобы убедиться в этом, совершим на нашем необычном автомобиле поездку по кольцевой дороге вокруг Москвы. Рискнем даже превратить эту поездку в своеобразную гонку, для чего вызовем на соревнование какую-нибудь новенькую «Волгу». Смешно, конечно, улитка — и «Волга», но... попробуем. Запасемся терпением и продуктами в расчете на длительное путешествие (ведь мы-то на «улитке») — и в путь.

За первую минуту после старта гонки мы проедем на своем «тихоходе» (вспомните, что он движется равноускоренно, так что его скорость возрастает каждую секунду на 1 миллиметр в секунду) всего 1,8 метра, тогда как «Волга» умчится почти на километр. Обескураживающее начало... Правда, путь, пройденный за каждую следующую минуту, будет возрастать на 3,6 метра, но ведь впереди-то 109 километров — такова протяженность московского окружного автомобильного «проспекта».

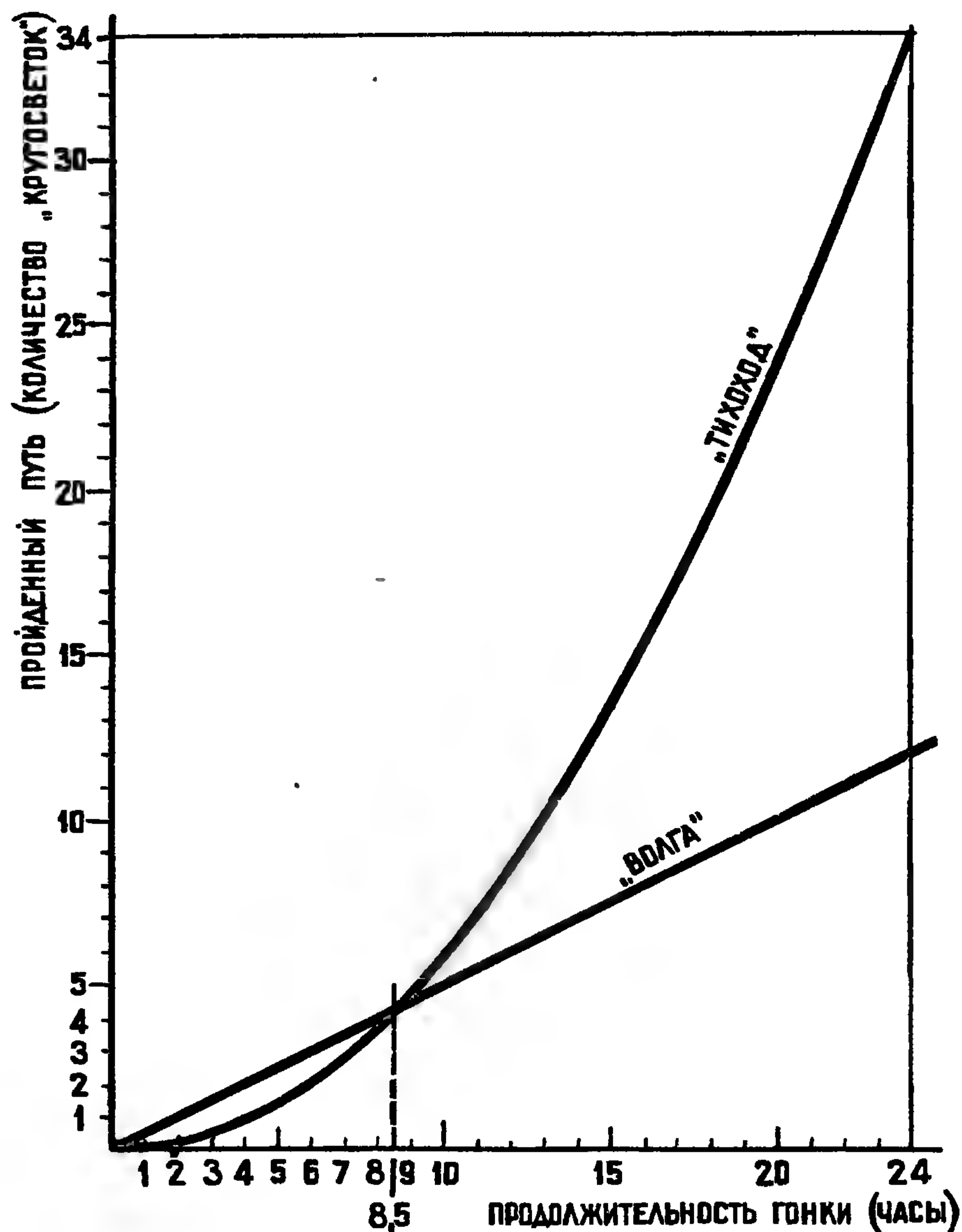
Однако мы условились запастись терпением. Через час наше расстояние от места старта составит примерно 6,5 километра, «Волга» же пройдет половину всего пути, даже если ее скорость будет равна всего 55 километрам в час. И все же наша средняя скорость за этот первый час оказалась уже намного больше, чем у улитки, она примерно равна скорости пешехода. Все-таки прогресс.

Ободренные подобным оборотом дела, продолжим гонку, учитывая, что каждый следующий час мы будем проезжать на 13 километров больше, чем за предыдущий, — таков закон нашего равноускоренного движения. После четырех часов непрерывной езды мы закончим дистанцию и прибудем к месту старта. Если соревнующаяся с нами «Волга» не прекратит гонки после финиша, то второй раз она финиширует одновременно с нами, пройдя вместо одного — два круга.

И все же продолжительность поездки оказалась неожиданно не такой большой — вместо предполагавшихся нескольких месяцев всего 4 часа. Во всяком случае, запасы продовольствия пока остались не-

прикосновенными. Медленнее, конечно, чем «Волга», но... терпимо — средняя скорость нашего движения равнялась примерно 26 километрам в час.

А что, если продолжить проигранную на первых этапах гонку? Двинемся-ка дальше, не теряя надежды, хотя у наших соперников



«Московская кругосветка» — гонка «тихохода» с «Волгой».

целый круг фору. И действительно, на девятом часу гонки мы наконец нагоним соперников. А с этого момента наше превосходство будет становиться все более подавляющим: ведь они проезжают каждый час все те же 55 километров, а мы непрерывно увеличиваем скорость своего движения. К исходу первых суток длительной гонки мы финишируем в 34-й раз, тогда как соперники сумеют сделать это только 12 раз. Разгром!

Интересно, что к этому моменту непрерывно возрастающая скорость нашего движения превысит 300 километров в час. Куда там «Волга»! В действительности, вероятно, с подобной скоростью по кольцевой дороге нам ездить не разрешат, она лишь иллюстрирует замечательные возможности равноускоренного движения, даже если величина ускорения очень мала.

Помните древнюю легенду о мудреце, который изобрел игру в шахматы, и радже, предложившем ему за это любую награду? Раджа был очень удивлен, когда мудрец попросил всего лишь горстку пшеничных зерен: одно зерно на первую клетку шахматной доски, два — на вторую, четыре — на третью, и т. д., все время удваивая количество зерен, пока не будет заполнена последняя, 64-я клетка. Но уплатить обещанное раджа не смог — нужного количества зерен нельзя было бы собрать во всем его государстве. Таково коварное свойство геометрической прогрессии, использованное мудрецом.

Не таит ли в себе и наш «уличный тихоход» нечто от этого свойства? Ведь переход от ничтожной скорости в начале до огромной — в конце гонки оказался неожиданно быстрым.

Естественна мысль о возможности использования равноускоренного движения в космических полетах. Конечно, межпланетная ракета — не «Волга», ведь уже достигнуты космические скорости порядка 40 000 километров в час. Так что скорость, которую приобрел наш «тихоход» после суточной гонки, все еще во много раз меньше необходимой. Разгон «тихохода» до космической скорости должен длиться гораздо дольше, примерно 130 суток. Не многовато ли?

А пожалуй, и нет. Правда, космическая ракета набирает нужную скорость всего за несколько минут с того мгновения, как она отрывается от пускового стола. Но ведь затем она летит с неработающими двигателями многие часы, дни, а иногда и месяцы подряд. Времени в космосе, как видно, много, дело не за ним. Пожалуй, и не скажешь, что же лучше — сразу разогнать ракету до нужной космической скорости или же разгонять ее постепенно, используя «космический тихоход»...

А что значит — лучше? Спросите любого автомобилиста, он вам ответит, что лучше та машина, которая расходует меньше топлива на километр пути. То же скажет и летчик о самолете. Расходом топлива определяют в этих случаях экономичность, совершенство машины. Чем лучше экономичность, тем дальше с тем же запасом топлива уедет автомобиль, улетит самолет. Если нужно увеличить дальность, придется вместо полезного груза брать с собой в путь лишнее топливо. Так обстоит дело на Земле.

А в космосе? Разумеется, и здесь расход топлива играет важную роль, пожалуй, решающую. И не потому, что космическое ракетное топливо гораздо дороже обычного или что общая затрата его на совершение полета велика, отчего каждый процент экономии становится весьма весомым.

Главное в другом. Если во всех видах земного транспорта нехватку топлива обычно можно восполнить заправкой в пути, то для космического полета это пока еще только мечта. Правда, идея Циолковского о космических «заправочных колонках», мчащихся вокруг Земли по орбитам искусственных спутников и служащих для пополнения опустевших баков космических кораблей, стартующих с Земли, несомненно будет осуществлена. Мало того, ее осуществление не за горами. Уже не только исследуются многочисленные связанные с ней проблемы, но и готовятся различные эксперименты в космосе (например, в США — опыты с двухместными кораблями-спутниками «Джемини», в ходе которых предполагается произвести стыковку двух выведенных на орбиту космических аппаратов).

Но все же пока таких космических заправочных станций нет. Да и если они будут созданы, то это только несколько облегчит задачу, но не решит ее до конца. Ибо даже в случае, когда межпланетный корабль стартует с орбитальной станции, заполнив на ней свои топливные баки, требуемое количество топлива на борту корабля все же оказывается чрезмерно большим. Что поделаешь, так велика затрата энергии на разрыв цепей тяготения, оттого-то энергия — ключ к космосу. И, кстати сказать, особенно возрастает затрата топлива, когда полет должен длиться меньше времени, — курьерские сообщения в космосе достанутся дорогой ценой.

Поэтому-то расход топлива в космосе играет решающую роль. Величина требуемого запаса топлива на борту обычно сразу показывает, можно ли вообще осуществить данный полет, и если можно, то каким может быть полезный груз на корабле, то есть какова практическая целесообразность полета. Легко видеть, какое значение имеет даже небольшое уменьшение требуемого запаса топлива, — ведь сейчас вес полезного груза на корабле в несколько десятков, а то и в сотни раз меньше веса топлива. Значит, уменьшение запаса топлива всего на 1% может удвоить вес полезного груза! На Земле ничего подобного не бывает.

Так что же, в конце концов, выгоднее с точки зрения затраты топлива — обычная современная ракета или «космический тихоход»?

Наша гонка вокруг Москвы не дает ответа на этот вопрос, хотя бы потому, что взлет космической ракеты осуществляется, как известно, вертикально вверх. Поэтому соревнование «тихохода» с такой ракетой должно представлять собой уже гонку по вертикали, что вносит существенные поправки.

Чтобы ракета оторвалась от пускового стола и взлетела, на нее должна действовать вверх сила, превосходящая собственный вес ракеты. Такой силой является реактивная тяга двигателя — сила реакции вытекающей из него струи газов. Если эта сила будет в точности равна весу ракеты, то ракета не взлетит или же, взлетев, повиснет неподвижно в воздухе, подобно вертолету. Чуть возрастет сила — и ракета начнет подниматься. Если сила постоянна, то и ускорение ракеты

будет постоянным (если не учитывать изменения массы ракеты из-за расходования топлива, а также влияния сопротивления воздуха), то есть ракета будет двигаться равноускоренно. Но ведь именно таков закон движения «тихохода». Разве ракета и есть «тихоход»?

Действительно, в самом начале взлетающая ракета движется с очень небольшой скоростью, как и наш «тихоход». Создается даже впечатление, будто она и не движется вовсе, а находится в каком-то раздумье: не то взлетать, не то нет. Но потом она летит все быстрее, и очень скоро ее след тает в небе. Это стремительное нарастание скорости объясняется тем, что обычно сила тяги значительно превосходит вес ракеты. Помните, какие огромные перегрузки действовали на наших космонавтов в кабине корабля «Восток» в момент взлета? Увеличенный в несколько раз собственный вес вжимал, вдавливал их в сиденье. Это объяснялось тем, что ускорение ракеты в несколько раз превосходило ускорение свободного падения тел, то есть то нормальное ускорение силы тяжести, с которым связано появление обычного веса каждого из нас здесь, на Земле.

Если, например, вес взлетающей ракеты равен 100 тоннам, а сила тяги двигателя равна 200 тоннам, то и вес космонавта при взлете будет из-за перегрузки вдвое больше обычного, а ракета будет взлетать вверх с ускорением, равным нормальному, — скорость ракеты будет возрастать каждую секунду на 10 метров в секунду. Обратите внимание, это важно — ускорение взлетающей ракеты не в два раза больше обычного, а только равно ему, хотя перегрузка равна двум. Это легко объяснимо: чтобы ракета не падала вниз под действием силы тяжести, двигатель должен создавать тягу, равную весу ракеты. Значит, эта тяга не будет создавать ускорения ракеты, хотя топливо будет расходоваться. Только тяга, избыточная над весом, начнет разгон ракеты.

Но зачем нужно осуществлять разгон ракеты с таким большим ускорением, если перегрузки очень неприятно действуют на космонавтов да и на ракету тоже? Не лучше ли не торопиться и несколько увеличить продолжительность взлета, хотя бы, например, вдвое? Кстати, это будет выгоднее и потому, что понадобится менее мощный, а следовательно, и более легкий двигатель, да и вес ракеты будет меньше. Что же этому мешает?

Может быть, ракетные двигатели не в состоянии работать вдвое большее время, допустим, не 5—6, а 10—12 минут подряд? Действительно, создание таких долгоработающих двигателей — сложная задача, ибо ракетные двигатели работают в невиданно сложных условиях, не встречающихся в двигателях других типов. Но все же современная ракетная техника в состоянии создать нужные двигатели.

Тогда, может быть, нельзя осуществить такой замедленный взлет потому, что трудно управлять медленно взлетающей ракетой? Действительно, это очень плохо, что в течение большого времени после старта ракета движется с очень малой скоростью. Ведь даже неболь-

шой порыв ветра может оказаться в этом случае губительным. И все же и с этой трудностью современная техника тоже может справиться.

Выходит, можно попробовать устроить нужную нам гонку по вертикали. Вот стоят рядышком на пусковых столах обычная ракета и наш «тихоход». Мерно отсчитывает метроном секунды: «...Три... Два... Один... Старт!» Первые мгновения оба соревнующиеся аппарата движутся, кажется, одинаково медленно, затем дело резко меняется — ведь ускорение «тихохода» (мы его считаем прежним) в 30 000 раз меньше, чем ракеты, если для нее оно равно 30 м/сек^2 . Прошла минута, и ракета, давно скрывшаяся в небе, мчится уже со скоростью 1,8 километра в секунду, тогда как скорость «тихохода» равна всего 6 сантиметрам в секунду. За эту минуту он поднимется всего на 1,8 сантиметра, а ракета умчится на 54 километра. Но нас теперь все это уже не пугает, мы знаем, что «тихоход» похож на улитку только в начале пути, а потом берет свое. Кто же все-таки победит в соревновании?

Мы догадываемся, что в конце концов победа будет на стороне того, кто совершит взлет с меньшей затратой топлива, и начинаем думать, что тут-то победителем окажется «тихоход» — иначе зачем было автору рассказывать все это? Но оказывается, что «тихоход» безнадежно проиграет...

Помните, ваше внимание было специально обращено на несоответствие между тягой и ускорением взлетающей ракеты? Когда двигатель ракеты развивает тягу, в точности равную весу, то хотя он ежесекундно поглощает целую реку топлива, ракета будет висеть в воздухе неподвижно, опираясь на огненный водопад вытекающих из двигателя газов. Стоит чуть увеличить тягу, и ракета тронется вверх, появится ускорение. Неудивительно, что при малом ускорении, как в случае «тихохода», оно достается ценой очень большой траты топлива, — так сильно сказывается обязательный «довесок» в виде расхода топлива на создание тяги, равной весу ракеты. Когда ускорение возрастает, то относительное влияние этого «довеска» становится, естественно, меньше. Следовательно, уменьшается и затрата топлива на единицу ускорения ракеты (ученые говорят, что уменьшаются гравитационные потери при взлете).

Если весь взлет с разгоном ракеты осуществляется вертикально, то «тихоход» затратит на него примерно в 7500 раз больше топлива, чем ракета. Такой взлет не просто невыгоден, он, невозможен. Выходит, вертикальную гонку «тихоход» действительно проигрывает по всем статьям...

Значит, идея применения «тихохода» в космосе абсурдна?

Конечно, рассказ этот ведется не зря, на «тихоходах» еще рано ставить крест. Прежде всего, вертикальный взлет космических ракет длится, в общем, недолго. Как только они пересекают нижние, плотные слои атмосферы, так тотчас же переходят с вертикального на наклонный, а затем и горизонтальный полет. Собственно, невыгодный

вертикальный взлет и нужен лишь для того, чтобы как можно быстрее пересечь толщу плотной атмосферы, полет в которой связан, в свою очередь, со значительными дополнительными потерями топлива на преодоление сопротивления воздуха. Но как только плотный воздух позади, можно переходить на полет по горизонтали, когда вредное действие земного тяготения уже не сказывается и гравитационные потери отсутствуют. Тут уже можно бы найти применение и «тихоходу», но все же он будет уступать обычной ракете.

Область, где «тихоход» ни в чем не уступит, иная. Представьте себе, что космический корабль уже вышел на орбиту искусственного спутника Земли. Позади — трудный взлет, атмосфера, перегрузки. Достигнута орбитальная, или первая космическая скорость. Теперь уже, если двигатель будет выключен, корабль станет бесконечно долго обращаться вокруг Земли. А если снова включить двигатель? Раз двигатель уже не должен своей тягой компенсировать вес корабля и преодолевать сопротивление воздуха, то любая, даже самая небольшая тяга вызовет ускорение. «Довеска», о котором говорилось выше, более не будет.

Значит, тут уже нет необходимости в сверхмощных ракетных двигателях, развивающих тягу в сотни тонн и поглощающих ежесекундно тонны топлива. Даже самый крохотный двигатель с тягой, меньшей веса корабля в тысячи раз, заставит корабль двигаться с ускорением (вспомните космические «каравеллы», о которых шла речь в предыдущей главе). И пусть это ускорение будет очень небольшим, все же со временем оно сильно увеличит скорость корабля, например, до скорости отрыва, когда корабль полностью разорвет цепи земного тяготения и отправится в межпланетный полет, от орбиты вокруг Земли к орбите вокруг Марса или другой планеты назначения. В таком межорбитном полете действительно годится и «тихоход», тут уж вовсе не обязательно разгонять корабль быстро, можно и медленно.

Но разве медленно — значит лучше? Верно, что двигатели малой тяги будут проще и надежнее, но ведь зато они должны будут работать уже не минуты, а многие дни и месяцы подряд. Они будут, естественно, легче и меньше по размерам, но и это не решающее обстоятельство. Главное, конечно, как будет обстоять дело с расходом топлива. И здесь-то мы подходим к самому существенному.

Оказывается, расход топлива на полет не будет зависеть от того, как долго он продолжается. Еще Циолковский установил, что не тяга двигателя и не продолжительность его работы, а скорость истечения газов из двигателя — вот что, прежде всего, определяет затрату топлива на полет. Почему так?

Потому, что чем меньше скорость истечения, тем больше должен быть расход топлива для получения той же тяги. Любая сила, в том числе и тяга двигателя, есть произведение массы на величину изменения скорости за время действия силы. Один и тот же толчок заставит катиться легкий алюминиевый шарик быстрее, чем тяжелый

стальной. Выплюньте вишневую косточку — она полетит с большой скоростью, потому что ее масса мала. Но та же сила (ибо действие равно противодействию, и косточка действует на вас с той же силой, что и вы на нее) даже не сдвинет вас с места — ваша масса велика.

Если каждую секунду из двигателя вытекает один килограмм газов со скоростью 1000 метров в секунду, то сила тяги будет равняться 1000 ньютонам (или примерно 100 килограммам). Если же скорость истечения возрастет до 2000 метров в секунду, то для сохранения тяги расход газов должен уменьшиться вдвое, то есть до 0,5 килограмма. Значит, самый простой и прямой путь уменьшения расхода топлива — увеличение скорости истечения.

Но это тривиальная истина, и вся история ракетной техники — это, в значительной мере, борьба за увеличение скорости истечения. К сожалению, успехи, одержанные на этом фронте, весьма скромны. По существу, скорость истечения газов из лучших современных двигателей превышает эту скорость в самых ранних двигателях не более чем в полтора раза. За тридцать лет — и всего в полтора раза!

Это, конечно, не случайно, и, что хуже всего, даже перспективы на будущее здесь тоже, в общем, весьма скромны. Рост еще раза в полтора — это, пожалуй, максимум, на который можно рассчитывать. Больше, чем примерно 4500 метров в секунду, самый лучший ракетный двигатель дать, очевидно, не сможет. Но, значит, этим устанавливается и предел для экономии топлива со всеми вытекающими отсюда последствиями, прежде всего, в отношении величины полезного груза, а также длительности полета. Так на пути человека в космос возникает незримый «барьер скорости истечения».

Природа этого барьера, представляющего собой главное препятствие дальнейшему освоению космоса и организации межпланетных сообщений, заключается в особенностях химической энергии ракетных топлив. Это топливо выполняет в двигателе сразу две различные функции, играет двойную роль. С одной стороны, топливо — источник энергии, его химическая энергия выделяется в двигателе и в результате происходящих в нем рабочих процессов преобразуется в конце концов в кинетическую энергию струи газов. Но, с другой стороны, топливо, или точнее — продукты его сгорания, являются и источником массы, тем рабочим веществом, истечение которого из двигателя непосредственно создает тягу. Поскольку величина химической энергии ограничена, а состав вытекающих из двигателя газов определяется характером химической реакции сгорания, то есть не может быть избран произвольно по желанию конструктора, то ограниченной оказывается и величина предельно достижимой скорости истечения.

Правда, возможности химии здесь использованы пока еще далеко не полностью, впереди, несомненно, новые замечательные победы, которые с помощью химии одержит ракетная техника. Но все же ясно, что «барьер скорости истечения» химии взять не удастся. Вот так же в свое время развитие авиации подписало смертный приговор поршне-

вым двигателям, хотя авиация обязана им многими успехами. Поршневые авиационные двигатели спасовали перед «звуковым барьером», химические ракетные двигатели пасуют теперь перед «барьером скорости истечения», перекрывающим путь в глубины космоса.

Один возможный способ преодоления встретившейся трудности напрашивается сам собой. Если суть дела — в совмещении функций химического топлива, то нельзя ли отказаться от такого «совместительства»? Нельзя ли отделить источник энергии от источника массы, то есть рабочего вещества? Правда, такое разделение потребует введения в двигатель специального механизма для подвода энергии к рабочему веществу, механизма, от которого так счастливо избавлены существующие «химические» двигатели, — именно это делает их такими небольшими и легкими. Но, хочешь выиграть в одном, мирись с проигрышем в другом. Если введение подобного передаточного механизма, хоть и весьма нежелательного, позволит существенно увеличить скорость истечения, то плата за это может оказаться приемлемой.

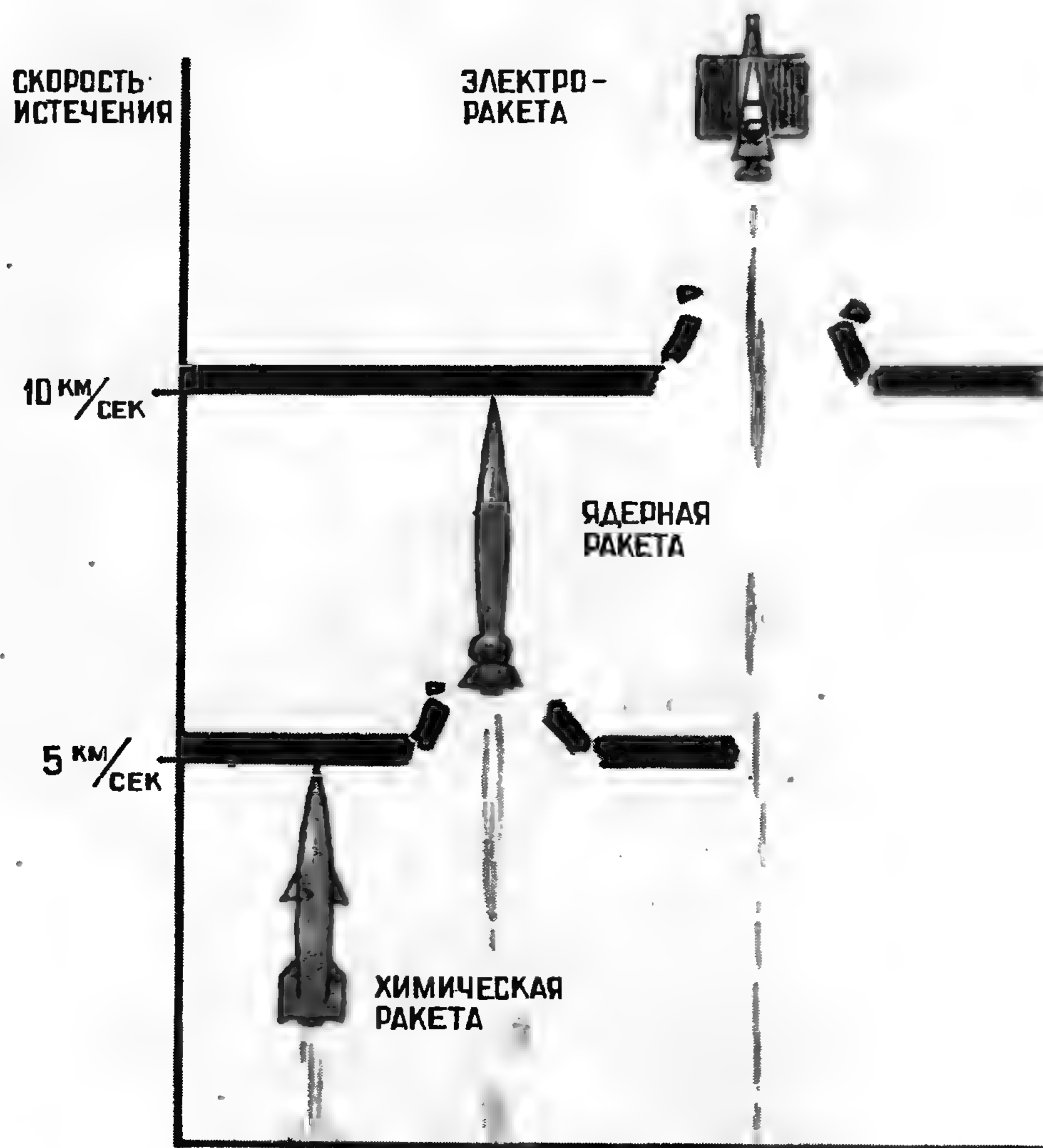
Однако, прежде всего нужно найти новый источник энергии, более мощной, чем химическая. Первая мысль в этой связи — о внутриядерной энергии атомов, в миллионы раз большей химической. Действительно, если бы удалось эффективно сообщить удачно избранному рабочему веществу, например водороду, энергию, таящуюся в ядрах атомов урана и некоторых других химических элементов, то проблема «барьера скорости истечения» была бы, по существу, снята. Однако практически реализовать эту возможность, к сожалению, исключительно трудно, если не невозможно. Основная трудность — именно в механизме передачи атомной энергии рабочему веществу.

Проектов здесь много, некоторые из них были рассмотрены выше, в главе VI, но нужно заметить, что, в общем, все они далеки и от реализации, и от совершенства. По наиболее распространенному мнению специалистов, атомные ракетные двигатели позволят увеличить скорость истечения по сравнению с химическими примерно вдвое. Подобные двигатели будут наверняка созданы, ибо это сильно расширит возможности астронавтики. И все же «барьер скорости истечения» взят с их помощью не будет, он будет лишь несколько отодвинут.

В атомных ракетных двигателях, как и в обычных химических, для достижения высокой скорости истечения рабочее вещество нагревается до весьма высокой температуры. Такой нагрев происходит либо в ходе химической реакции, либо же в атомном реакторе, в котором рабочее вещество получает тепло, выделяющееся в результате ядерных реакций.

Но науке известна еще одна чудодейственная природная сила, способная нагреть газ до колоссальных температур, это — сила электрическая. С помощью электричества даже в производстве удается получать температуру в десятки тысяч градусов, — кто не слышал об электрической дуге, применяющейся, например, при сварке металлов?

В лабораториях же, в частности, в работах по управляемым термоядерным реакциям, мощный электрический разряд в газе превращает его в плазму, то есть в смесь электрически заряженных частиц — электронов и ионов, нагретую до температуры в миллионы и десятки



«Барьер скорости истечения».

миллионов градусов. При такой температуре и скорость истечения может быть практически как угодно большой. Уж не открывается ли здесь туннель в «барьере скорости истечения»?

Впрочем, электричество знает и иные пути разгона заряженных частиц до колоссальных скоростей, помимо высокой температуры. Хорошо известны, например, силы, возникающие между электрическим проводником, в котором течет ток, и окружающим его магнитным полем, — на использовании этих сил зиждется бесконечное число разнообразных электрических двигателей, верно служащих человеку. Но

поскольку сильно нагретый газ превращается в токопроводящую плазму, то, воздействуя на эту плазму, по которой течет ток, магнитными полями, можно заставить ее двигаться с очень большой скоростью и вытекать наружу из ракетного двигателя.

Кстати сказать, как обычный электродвигатель легко может быть превращен в генератор тока, так и здесь движение струи плазмы между полюсами магнитов может привести к возникновению электрического тока в цепи, соединяющей омываемые плазмой электроды. На этом принципе устроены так называемые магнитогидродинамические генераторы тока, не имеющие, в отличие от обычных динамо-машин, никаких движущихся частей и обладающие существенно большим коэффициентом полезного действия. Не зря с этими МГД-генераторами, как их называют, связывают перспективы грядущей революции в области электроэнергетики.

Хорошо известен и еще один метод разгона заряженных частиц с помощью электричества до колоссальных, субсветовых скоростей. Этот метод используется в целой армаде разнообразных ускорителей элементарных частиц в лабораториях ядерной физики. Названия подобных ускорителей — циклотрон, синхрофазотрон и другие — стали своеобразным символом нашего атомно-космического века. В вакууме рабочей камеры ускорителей разгон элементарных частиц — электронов, протонов и других — осуществляется электростатическим полем, действующим на основе хорошо известного каждому школьнику закона: одноименные заряды отталкиваются, разноименные притягиваются. Нельзя ли использовать тот же метод и для разгона рабочего вещества ракетного двигателя?

Что же, все три указанных метода, с помощью которых электричество в состоянии ускорить частицы рабочего вещества, действительно исследуются и даже уже используются ракетной техникой. Создаются и испытываются разные типы электрических ракетных двигателей, делящихся на три группы в зависимости от примененного метода разгона. Об этих двигателях уже упоминалось выше, в главе VI, в которой шла речь о новых типах «экзотических» реактивных двигателей.

В электротермических (или электродуговых) ракетных двигателях рабочее вещество нагревается до высокой температуры в электрической дуге, а затем вытекает с большой скоростью, расширяясь в реактивном сопле обычного типа.

В плазменных (или электромагнитных, еще — магнитогидродинамических) ракетных двигателях созданная тем или иным способом плазма рабочего вещества разгоняется до очень больших скоростей путем взаимодействия с электромагнитным полем.

В ионных (или электростатических) ракетных двигателях, более подробно описанных в главе VI, частицы рабочего вещества сначала ионизируются, то есть приобретают электрический заряд, а затем разгоняются до весьма больших скоростей в электрическом поле.

Как бы ни были устроены электрические ракетные двигатели космического корабля, на его борту должен находиться источник электрического тока для питания двигателей. Это, конечно, очень неприятная особенность электрических межпланетных кораблей, ибо в обычных химических двигателях «энергостанция» как бы находится внутри самого двигателя, в его камере сгорания. Здесь же нужна специальная установка, в которой должна генерироваться электрическая энергия за счет расходования энергии какого-нибудь другого вида.

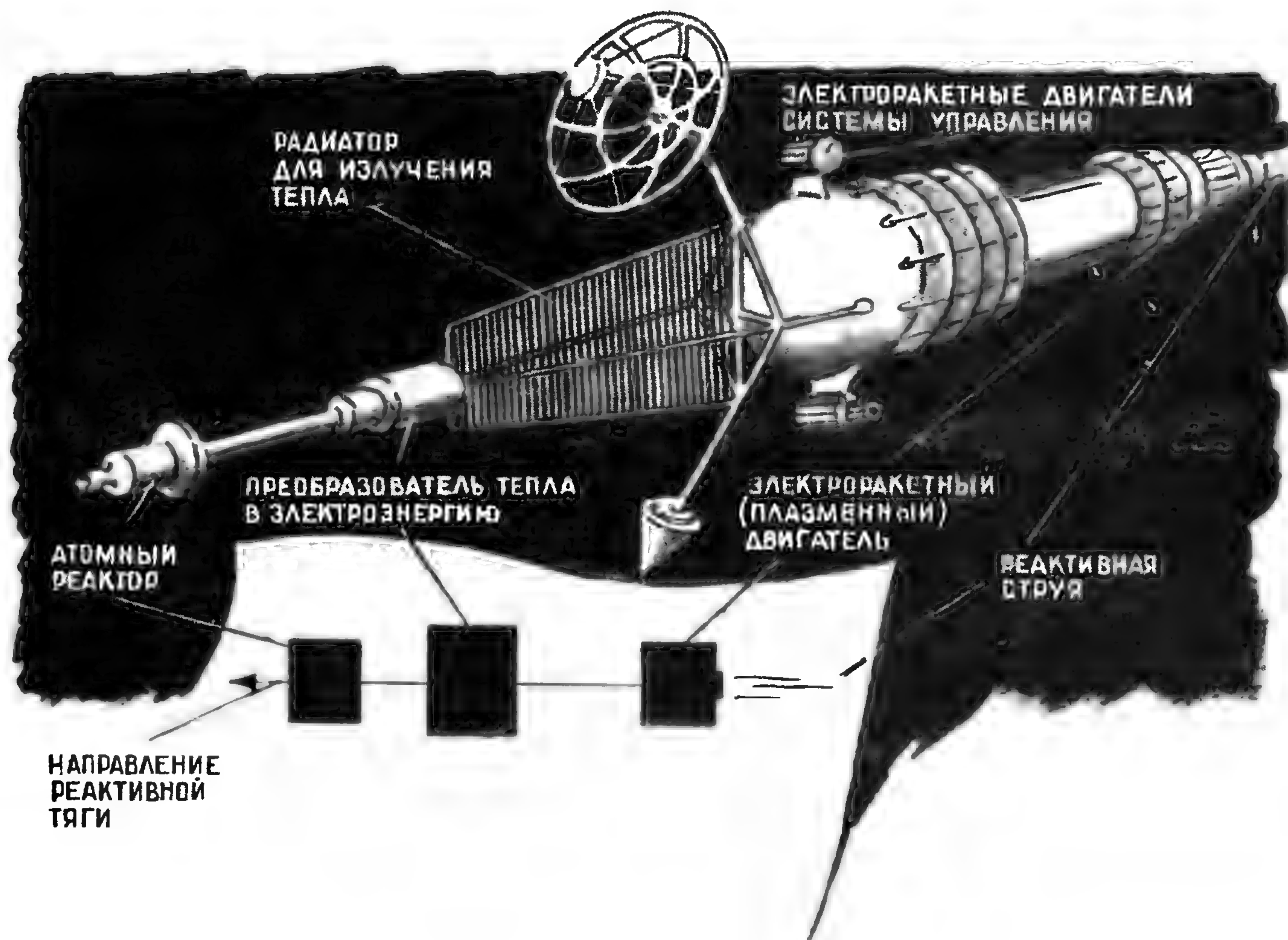
В общем случае возможны три вида такой энергии — химическая, атомная и солнечная. Но легко видеть, что для электростанции достаточно большой мощности ни химическая, ни солнечная энергия не годится. Первая требует слишком больших количеств топлива на борту корабля, и мы возвращаемся, таким образом, и в сильно ухудшенном виде, к основным недостаткам обычных ракетных двигателей. Вторая просто недостаточна по величине, ее улавливание в больших количествах требует столь огромных поверхностей солнечных коллекторов, что становится практически неприемлемым.

Только атомные реакторы, широко применяющиеся уже на атомных электростанциях, атомных надводных и подводных судах, могут решить задачу. Конечно, это должны быть специально спроектированные легкие и мощные реакторы, но по характеру происходящих ядерных реакций они будут такими же. Эти реакторы будут основой атомной электростанции, питающей электрические ракетные двигатели корабля.

Но одного реактора мало. Как преобразовать выделяющееся в нем тепло в электрическую энергию? Такие преобразователи могут быть различными по типу, даже если говорить только об уже разрабатываемых. Наиболее реально, по крайней мере на первое время, применение обычного турбогенераторного преобразователя, как и во всех других уже существующих атомных силовых установках. В этом случае какое-либо рабочее вещество (правда, не вода, как обычно, а, вероятно, некоторые расплавленные металлы, например натрий, или калий, или же ртуть) испаряется в атомном реакторе, затем расширяется, производя полезную работу, в турбине, приводящей во вращение электрогенератор, и наконец снова превращается в жидкость в огромном конденсаторе-радиаторе, отдавая тепло конденсации излучением в космос.

В будущем же более вероятно использование различных методов непосредственного, безмашинного преобразования тепла, выделяющегося в атомном реакторе, в электроэнергию. Тут могут найти применение термоэлектрические, термоэмиссионные и другие преобразователи, в которых используются многие новые достижения современной физики.

Так или иначе, атомная электростанция будет непрерывно подавать по проводам ток в электроракетный двигатель корабля, в котором



Проект атомной электроракетной автоматической межпланетной станции (США). Внизу — принципиальная схема атомной электроракетной силовой установки (по журналу «Микеникел инжиниринг», август 1962 г.).

чудесная сила электричества создаст стремительную реактивную струю вытекающих из двигателя частиц. Сам по себе этот двигатель — ускоритель частиц и представляет собой третью (после атомного реактора и преобразователя энергии), основную, заключительную часть электроракетной силовой установки межпланетного корабля.

Мы лишь вскользь упомянули о необходимой большой мощности бортовой космической электростанции корабля. Однако это замечание не просто заслуживает расшифровки, но и касается, пожалуй, самого уязвимого места электроракетных двигателей.

Легко видеть, что мощность бортовой электростанции должна быть больше, чем полезная мощность самого двигателя, — ведь неизбежны различные потери мощности. Но отвлечемся, простоты ради, от потерь и будем считать, что эти мощности одинаковы. Какова же их величина?

Обычно, когда речь идет о всем многоликом и обширном семей-

стве реактивных двигателей, то о мощности не упоминают вовсе. Это об автомобильном, тепловозном, судовом двигателе, не говоря уже об установленном на электростанции или где-нибудь на заводе, разговор начинают всегда с мощности. В таких случаях мощность — первая и главная характеристика двигателя, ибо он и предназначается именно для того, чтобы развивать мощность на валу.

Другое дело — реактивный двигатель. Его задача — создавать реактивную тягу, и величина тяги есть основная характеристика любого такого двигателя. Мощностью же реактивного двигателя обычно интересуются разве что в каких-либо специальных случаях.

Но электрические ракетные двигатели нуждаются в бортовой электростанции, ничем принципиально не отличающейся от любой другой, земной. Естественно, что основной характеристикой такой станции должна быть мощность. Потребная величина этой мощности полностью определяется мощностью самого ракетного двигателя — как видите, здесь уж, хочешь не хочешь, приходится интересоваться такой мало привычной для ракетной техники величиной, как мощность двигателя.

Полезная мощность ракетного двигателя равна той кинетической энергии, которую несет с собой струя вытекающих из двигателя газов. Ведь именно в эту энергию переходит в результате работы двигателя расходуемая в нем энергия какого-либо другого вида — химическая, ядерная или электрическая. Но, как известно, кинетическая, или скоростная, энергия струи газов определяется (при неизменном количестве этих газов) квадратом скорости газов в струе. Когда скорость возрастает вдвое, кинетическая энергия струи и, следовательно, мощность двигателя увеличивается в 4 раза.

Это делает совершенно очевидной следующую роковую закономерность: если при прежней тяге скорость истечения возросла, то настолько же возрастет и мощность двигателя. Понятно, почему такая закономерность является действительно роковой. Ведь мы заботимся о преодолении «барьера скорости истечения», то есть о всемерном увеличении этой скорости, что, оказывается, неизбежно связано со столь же быстрым увеличением мощности.

Помните сообщение о величине мощности двигателей советской ракеты, с помощью которой был выведен на орбиту космический корабль-спутник «Восток» с Ю. А. Гагариным на борту? Эта мощность равнялась 20 миллионам лошадиных сил. Если сохранить величину тяги двигателей и увеличить скорость истечения, допустим, в 100 раз (примерно такова непосредственная цель электроракетных двигателей), то мощность возрастет до 2 миллиардов лошадиных сил! Стоит ли говорить о том, что подобную мощность, в сотни раз превосходящую мощность крупнейших ГЭС, вроде Братской, бортовая электростанция иметь не может?

Как же быть? Неужели туннель в «барьере», о котором мы мечтали, оказался призрачным?

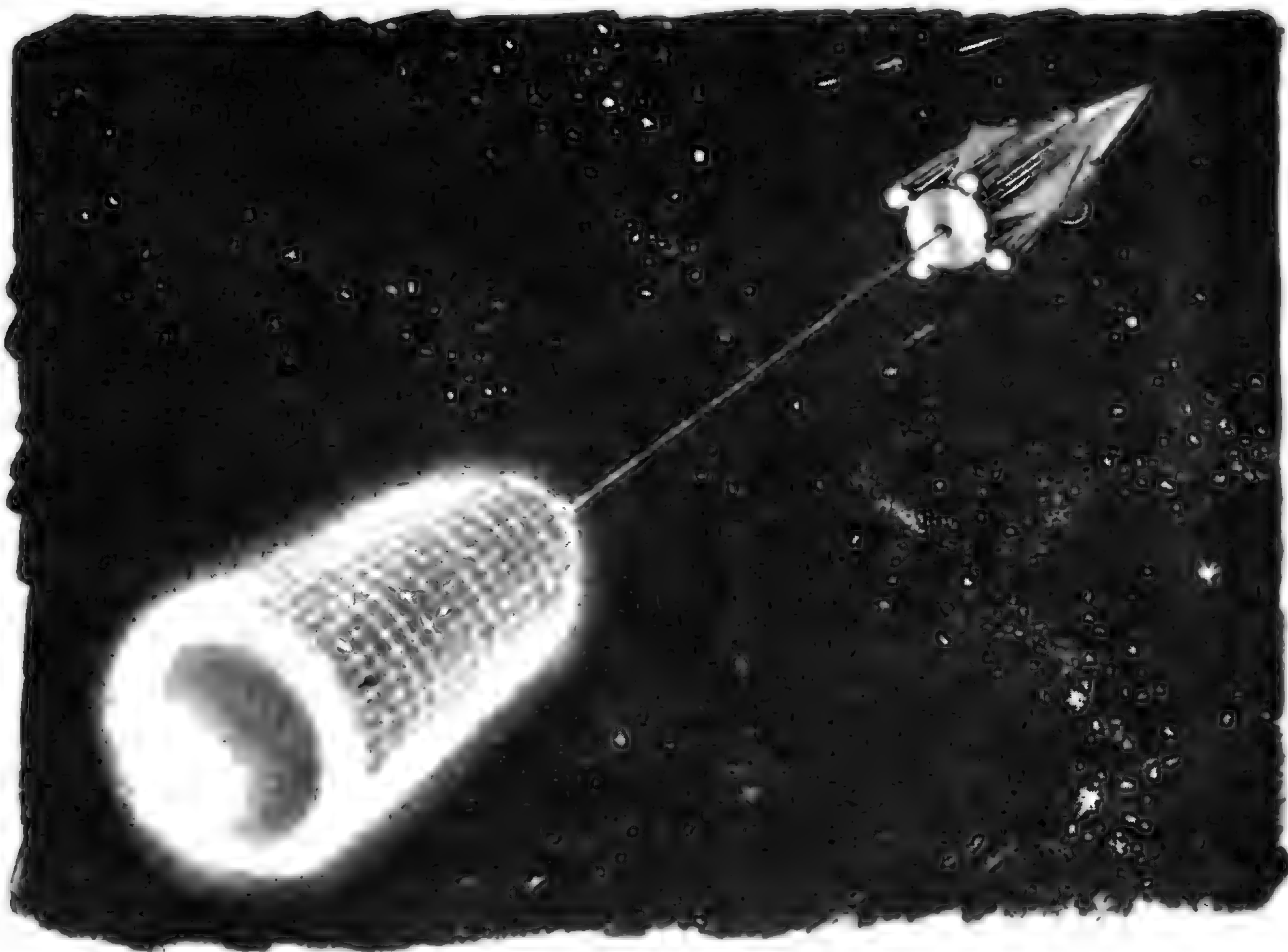
Нет, один путь преодоления трудности, возникшей в связи с потребной мощностью, все же есть. Он заключается в уменьшении тяги двигателя с тем, чтобы, несмотря на рост скорости истечения, мощность не только не возрастала, но даже и уменьшалась. И вот тут-то мы снова возвращаемся к мысли об использовании «тихохода». Ведь в космосе, как уже отмечалось, нет необходимости в большой тяге. Там пригодны и очень малые тяги, создающие ничтожные ускорения корабля, то есть превращающие его в космический «тихоход». Выходит, преодоление «барьера» под силу «тихоходу»!

Чтобы ускорение равнялось 1 мм/сек^2 , как в нашей гонке вокруг Москвы, двигатель космического «тихохода» должен развивать тягу, в 10 000 раз меньшую его веса (то есть веса корабля, который он имел бы на Земле), следовательно, тягу в 1 килограмм на каждые 10 тонн веса. На корабле весом 10 тонн (пока еще такой вес не достигнут астронавтикой) должен быть установлен именно такой двигатель тягой всего 1 килограмм. Отличие от современных мощных ракетных двигателей разительное.

Электроракетный двигатель тягой 1 килограмм потребует наличия на борту корабля электростанции мощностью в сотни и даже тысячи киловатт. И это, конечно, много, но уже приемлемо. Так появляется реальная возможность использования «тихохода» для межпланетных сообщений.

Электрические корабли — ионолеты, плазмолеты и другие — оказываются, пожалуй, единственным средством преодоления «барьера скорости истечения» и совершения межпланетных рейсов с большим полезным грузом. Некоторые из этих кораблей могут позволить совершить и простейшие межзвездные перелеты, что особенно важно в виду пока еще чрезмерной проблематичности фотонных ракет, в которых вместо вещества из двигателя «вытекает» луч света, то есть поток фотонов. Как известно, скорость света, равная 300 000 километров в секунду, является максимально возможной в природе, вследствие чего фотонный двигатель, о котором также шла речь в главе VI, обеспечивает самое радикальное решение проблемы «барьера скорости истечения» и, таким образом, максимальную величину полезного груза. Это был бы идеальный звездолет, если бы он мог быть... создан. Пока фотонная ракета — не более чем интересная теоретическая перспектива. А электрические ракетные двигатели уже испытываются на стендах...

С помощью межпланетной тихоходной «электрички» станут возможными космические полеты, которые не под силу обычным ракетами. Прежде всего это касается, конечно, величины полезного груза: она может быть в десятки раз больше, чем на обычных ракетах; вряд ли есть нужда подчеркивать все значение этого для астронавтики, оно поистине решающее. Но не только это. Если в полете на Луну «электрический тихоход» сильно уступает обычной ракете в отношении продолжительности полета, то уже в полете к Марсу и Венере длитель-



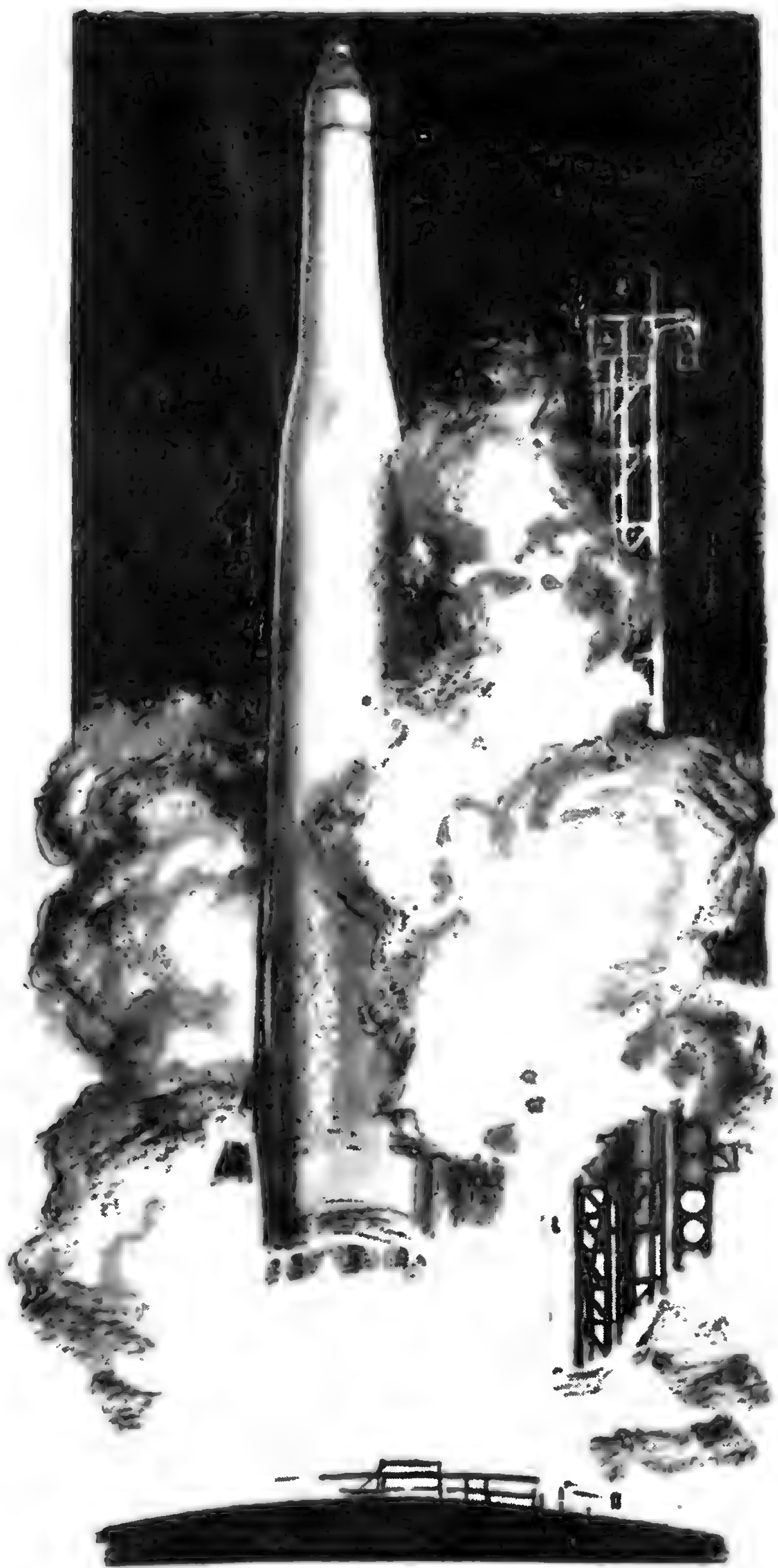
Межпланетный полет космического электрического «тихохода» (рисунок атомного ионолета по проекту Локхид. Ядерный реактор не имеет экранировки и поэтому светится при работе).

ность окажется примерно одинаковой. Что же касается более дальних рейсов — к Юпитеру, Меркурию, Сатурну и еще дальше, то здесь «электричка» окажется значительно расторопней: она обгонит обычный ракетный «экспресс» в пути, как наш «тихоход» обогнал «Волгу». Полет же к окраинам солнечной системы или, например, с выходом из плоскости эклиптики практически возможен лишь с помощью такой «электрички».

Так межпланетная «электричка-тихоход» превращается в единственное потенциально пригодное средство осуществления дальних межпланетных перелетов. Да и не только их одних — во многих случаях она в состоянии выполнить задачу космического полета гораздо лучше, чем обычная ракета. Так будет, например, обстоять дело с организацией грузовых перевозок на Луну или на высокорасположенные орбиты, по которым станут двигаться большие населенные спутники Земли.

Появление «межпланетной электрички» будет означать революцию в астронавтике, станет новым, качественным скачком на пути человека в космос. Неудивительно, что этим космическим «тихоходам» и их электрическим ракетным двигателям ученые уделяют столь большое внимание. Создаются, изучаются и испытываются десятки типов подобных двигателей. Характерно, что в США часто утешают себя на страницах специальной и общей прессы, что, уступив Советскому Союзу первенство в области космических ракет, они возьмут реванш, когда в космос выйдут электрические ракеты. Это должно произойти, по их мнению, в будущем десятилетии. Что ж, посмотрим, какое оно будет, это десятилетие...

Несомненно одно: пройдет несколько лет, и от орбитальной станции-спутника, обращающегося вокруг Земли (вспомните Терру, описанную в главе XVIII), возьмет старт на Марс или Венеру, подобно тому как это уже происходило с советскими автоматическими межпланетными станциями в 1961 и 1962 годах, новая автоматическая станция, на этот раз — электрическая. Сначала много суток станция будет описывать вокруг Земли витки полого расходящейся спирали, а



Функции между «локомотивами»
Взлет — дело мощных химических
или атомных ракет.



Вселенной» будут поделены.

Полет — задача электрических «тихоходов».

затем перейдет на такую же спираль вокруг Солнца. Почти год будет лететь станция, и все это время или, во всяком случае, значительную часть его будет работать электрический ракетный двигатель. Чуть светящаяся, прозрачная струя электрически заряженных частиц, вытекающих из двигателя, сначала будет слабо-слабо, но зато непрерывно толкать вперед станцию, разгоняя ее до очень большой скорости, гораздо большей, чем для обычной ракеты. А потом столько же времени двигатель будет тормозить станцию, снижая скорость до необходимой для того, чтобы перейти снова на спираль, но теперь уже полого накручивающуюся на планету — цель назначения.

Сначала, естественно, такая станция будет автоматической, потом последуют обитаемые электрические межпланетные корабли, а затем и весь космический межпланетный транспорт станет электрическим. Только взлет с Земли и планет, а также посадка будут по-прежнему происходить с помощью грандиозных сверхмощных ракет с обычными химическими или атомными двигателями.

Так будут поделены функции между различными «локомотивами Вселенной»: обычные ракеты-«тепловозы» (ведь химический ракетный двигатель — тепловой) останутся в качестве «маневровых», а на далекие космические магистрали выйдет «межпланетная электричка».

* * *

Как ни безгранична тема рассказа об авиации и астронавтике будущего, автору приходится закончить его. Однако сделать этого нельзя, не упомянув о тех, кто сегодня создает это будущее.

Наверное, многие читатели, особенно юные, не раз с завистью смотрели на тех, кто по-хозяйски входит в проходные авиационных заводов. Там, в цехах и конструкторских бюро, воплощаются в жизнь дерзновенные мечты, там творится будущее.

Однако не только за этими стенами создается будущее авиации. Как часто мы проходим мимо самых обычных и, кажется, хорошо знакомых зданий вовсе «не авиационных» заводов, институтов, лабораторий. А ведь и здесь творят авиацию завтрашнего дня. Ибо ее будущее находится в руках огромного коллектива людей, связанных общим делом.

Оно в руках математика, разрабатывающего новые отрасли своей науки, без которой невозможен дальнейший прогресс авиации; бьющегося над решением сложной задачи, вставшей перед конструкторами авиационного завода; создающего электронную математическую машину, нужную работникам конструкторского бюро, завода и экспериментальной лаборатории.

Оно в руках физика, делающего новые открытия в этой науке, являющейся «матерью» всей современной техники, открытия, которые лягут в основу многих замечательных летательных аппаратов

будущего, разрабатывающего принципы создания атомных двигателей, изучающего законы прочности металлов.

Оно и в руках химика, создающего новые топлива для реактивных двигателей, «конструирующего» новые пластмассы с заранее заданными, нужными авиации свойствами.

И в руках металлурга, варящего невиданный доселе сплав.

И в руках радиотехника, прибориста, строителя, текстильщика, биолога, врача — в руках сотен и сотен людей всех специальностей. Ведь современная авиация и реактивная техника — это, в конечном счете, вершина прогресса всех отраслей науки и техники; они создаются коллективным трудом работников разных областей науки и промышленности.

Одно, главное, роднит всех этих людей, хотя они и не знают друг друга. Это — их творческий труд, смелые дерзания, покушение на самые, казалось бы, непререкаемые каноны, глубокое проникновение в «суть вещей».

Вот почему всякий, кто мечтает трудиться в области авиационной и реактивной техники, кто хочет посвятить жизнь этому увлекательному, творческому труду, все равно — за лабораторным столом, чертежной доской или токарным станком, — должен не только глубоко изучать уже достигнутое наукой и техникой, но и воспитывать в себе «творческую жилку», нетерпимость к рутине, любовь к новому, передовому.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление	3
----------------------	---

Ч А С Т Ь П Е Р В А Я

ДВИГАТЕЛИ ФАНТАСТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ

Глава I. На дальних подступах	5
---	---

В этой главе рассказывается о последних успехах поршневых авиационных двигателей и закате их славы, о том, почему они не смогли преодолеть «звуковой барьер» и навсегда потеряли свое былое значение в авиации.

Глава II. По ту сторону «звукового барьера»	10
---	----

В этой главе речь идет о появлении авиационных двигателей нового типа — турбореактивных, о вызванной ими технической революции в авиации, о том, как с их помощью удалось преодолеть «звуковой барьер», а также о слабостях этих двигателей, препятствующих дальнейшей борьбе за увеличение скорости полета.

Глава III. Летающие топки	20
-------------------------------------	----

Из этой главы читатель узнает об одном из авиационных двигателей будущего — прямоточном, его достоинствах, недостатках и перспективах применения в авиации завтрашнего дня.

Глава IV. Двигатель-рекордист	27
---	----

В этой главе рассказывается об изобретенном Циолковским жидкостном ракетном двигателе, об одержанных им замечательных победах, о его необычайной «прожорливости» и роли в авиации будущего.

Глава V. Двигатели-гибриды	32
--------------------------------------	----

Эта глава знакомит читателя с некоторыми новыми двигателями, представляющими разнообразные сочетания уже известных двигателей и обладающими замечательными свойствами, что позволяет думать об их почетном месте в авиации будущего.

Глава VI. «Экзотические» топлива и «экзотические» двигатели	36
---	----

Из этой главы читатель узнает о новых топливах для авиационных двигателей и о новых, необычных двигателях со столь же необычными свойствами.

Ч А С Т Ь В Т О Р А Я

В НЕБЕ БУДУЩЕГО

Глава VII. От «звукового» к «тепловому барьеру»	51
---	----

В этой главе рассказывается о том, какое грозное и неожиданное препятствие возникает при дальнейшем увеличении скорости полета.

Глава VIII. Дорога в будущее	62
--	----

Из этой главы читатель узнает о том, как создается сегодня авиационная техника завтрашнего дня, как в лабораториях и на экспериментальных станциях испытываются самолеты и двигатели будущего, какие труднейшие задачи приходится при этом решать.

Глава IX. На воздушном лайнере	75
--	----

Эта глава переносит читателя в завтрашний день гражданской авиации. Завершается она рассказом о полете трансконтинентального турбовинтового авиалайнера.

Глава X. В небе — атом	87
----------------------------------	----

В этой главе рассказывается о возможностях использования атомной энергии в авиации будущего, об атомных «буксирах» и «тягачах» и даже о гигантском атомном... дирижабле.

Глава XI. Баллистический экспресс	93
---	----

Из этой главы читатель узнает о сверхскоростной дальней авиации будущего и примет участие в молниеносном перелете с континента на континент на баллистическом пассажирском ракетном корабле.

Глава XII. В аэропорту будущего	99
---	----

В этой главе рассказывается о том, как будут обслуживаться самолеты и пассажиры в аэропортах будущего, как будет обеспечиваться искусственный климат в кабине самолета на стоянке, как будет решена проблема «зайца и черепахи».

Глава XIII. Нельзя ли без аэродрома?	104
--	-----

Эта глава расскажет о том, как конструкторам удастся создавать самолеты с укороченным пробегом при посадке, и о том, что представляет собой «реактивный тормоз» современных скоростных самолетов.

Глава XIV. На вращающемся крыле 113

В этой главе читатель познакомится с вертолетами, узнает о некоторых их особенностях, совершит прогулку на воздушном такси за город, а потом на туристском вертолете, — над Днепровским каскадом гидроэлектростанций.

Глава XV. На крыльях и без крыльев 120

Эта глава знакомит читателя с необычными летательными аппаратами, которым принадлежит будущее, — «пингвинами», колеоптерами, «летающими сковородками», орнитоптерами и многими другими.

Глава XVI. В небе будущего 150

Из этой главы читатель узнает о роли авиации в народном хозяйстве будущего, познакомится с грузовыми, сельскохозяйственными, геологоразведочными, «погодными» и другими специальными самолетами различного назначения.

Глава XVII. Автоматические помощники 164

Эта глава рассказывает о замечательном союзе авиации и ракетной техники с автоматикой и кибернетикой, об автоматических «летчиках», «штурманах», «бортинженерах» и «диспетчерах аэропортов».

Ч А С Т Ь Т Р Е Т Ь Я

ОТ АВИАЦИИ К АСТРОНАВТИКЕ

Глава XVIII. Между авиацией и астронавтикой 175

В этой главе читатель ознакомится с не существующими пока летательными аппаратами «космической» авиации будущего — солнцелетами, кислородолетами, атомолетами — и в заключение совершит полет на Терру — Межпланетный научно-исследовательский институт и станцию отправления космических кораблей, — недвижно, висящую над земным экватором.

Глава XIX. Парусный флот океана мирового пространства . . . 190

В этой главе рассказывается о космических «парусниках» будущего, об этом единственно возможном способе межпланетных сообщений, не связанном с реактивным движением.

Глава XX. Межпланетная «электричка» — космический транспорт будущего 199

В этой главе, последней в книге, речь идет о «космических тихоходах» — электрических межпланетных кораблях будущего, которым суждено стать основным средством дальних космических сообщений.

ДОРОГИЕ РЕБЯТА!

Отзывы о книгах издательства «Детская литература» просим присылать по адресу:

Москва, А-47, ул. Горького, 43.

Дом детской книги.

Напишите, пожалуйста, понравилась ли вам эта книга, все ли в ней понятно; с какими книгами по авиации и ракетной технике вы уже знакомы и о чем вам хотелось бы прочитать в новых книгах.

ДЛЯ ВОСЬМИЛЕТНЕЙ ШКОЛЫ

Гильзин Карл Александрович

В НЕБЕ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

**Ответственный редактор М. А. Зубков.
Художественный редактор Г. С. Вебер.
Технический редактор В. К. Егорова.**

Корректоры

Л. М. Короткина и В. К. Рывина.

Сдано в набор 11/III 1964 г. Подписано к печати 10/VIII 1964 г. Формат 70×90^{1/16}—14 печ. л. 16,38 усл. печ. л. (15,34 уч.-изд. л.). Тираж 50 000 экз. ТП 1964 № 557.

А08519. Цена 56 коп.

**Издательство «Детская литература».
Москва, М. Черкасский пер., 1.**

Фабрика «Детская книга» № 2 Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по печати. Ленинград, 2-я Советская, 7. Заказ № 320.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

*В 1963 и 1964 годах в издательстве «Детская литература» вышли
и выходят в свет следующие научно-художественные
и научно-популярные книги:*

Ф и а л к о в Ю.

ДЕВЯТЫЙ ЗНАК.

О трудных, полных романтики научных поисках увлекательно рассказывается в этой книге. Читатель узнает об удивительных свойствах сверхчистых веществ, получит представление о том, что сулит науке и технике ближайшего будущего широкое применение редких и сверхредких химических элементов

Л я п у н о в Б.

ХИМИЯ ВСЮДУ.

В этой книге ярко показана роль химии в нашей жизни, ее удивительные успехи сегодня и перспективы развития в будущем

Ф о м и н Б.

ПОКОРЕННАЯ ПЛАЗМА.

Автор рассказывает о различных применениях газового разряда в науке, технике, промышленности и медицине

Ш в а р ц А.

ШИФР ЖИЗНИ.

Очерки о достижениях биологов и медиков в изучении организма человека, в раскрытии сокровенного процесса создания новых клеток, в получении препаратов для успешной борьбы против опасных болезней

К о н д р а т о в А.

ЧИСЛО И МЫСЛЬ.

Рассказ о молодой науке кибернетике, ее фантастических возможностях, достижениях и перспективах.

Эти книги вы можете приобрести в магазинах Книготорга и потребительской кооперации. Книги высылаются также по почте наложенным платежом отделом «Книга — почтой» областных, краевых и республиканских книготоргов.